

**UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
Carrera de Ingeniería Agronómica**

**EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA EN POBLACIONES Y GENOTIPOS
LOCALES DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) DE COTACACHI A LAS
PRINCIPALES ENFERMEDADES. COTACACHI, IMBABURA.**

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA
AGRÓNOMA**

NORMA ANGÉLICA AMAGUA OÑA

QUITO – ECUADOR

2014

DEDICATORIA

A Dios por ser la luz de mi vida

A mí querida madre Mercedes por ser una mujer ejemplar y sacrificada

A mi pequeña María José, por ser la alegría del día a día

*A mi padre Nicolás, mis hermanos Mónica y Roberto y a toda mi familia por el cariño,
el apoyo incondicional y por consejos para seguir adelante.*

Norma

AGRADECIMIENTO

Mis sinceros agradecimientos a la Escuela de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador, a todo el personal administrativo y a mis maestros por el conocimiento recibido. De manera especial al Ing. José Ochoa por su preocupación, paciencia, enseñanza y por el tiempo dedicado en su dirección de tesis y a los Ingenieros Venancio Arahana, Carlos Ortega, Héctor Andrade por su importante colaboración para la culminación de la presente investigación.

Un especial agradecimiento al Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) por financiar la ejecución de este estudio, a través del proyecto “Improving productivity and resilience for the rural poor through enhanced use of crop varietal diversity in integrated production and pest management (IPPM)”. Además, un agradecimiento especial a Devra Jarvis y Paola De Santis, directora y coordinadora del proyecto en Bioversity Internacional en Roma.

A las personas de la Comunidad Cumbas Conde, Don Antonio, Sra Martha, Ermelinda, Ceci, Sra Blanquita por la colaboración en todo el proceso de evaluación de mi tesis.

A toda mi familia por el apoyo incondicional durante toda la etapa de mis estudios, a mi querida madre Mercedes por darme lo mejor y estar siempre apoyándome, a mi tía Rosa por ser como mi segunda madre, a Diego David por apoyarme al inicio de la carrera y por siempre creer en mí, un agradecimiento especial a Italo Fernando, por ser mi guía durante todo el proceso de tesis, gracias por tu cariño y el apoyo que me brindas aun en la distancia.

A mis amigos por su amistad y por animarme siempre a seguir adelante Maribel, Sandrita, Myri, Carlitos, Myriam, Jessica, DiMi, Mary, Diego, María Viviana, Carmita, Ennycita, Lda. Marcia, Panchito, Nelly, Lore, y en especial a Yessenia por compartir juntas todo el proceso de mi tesis.

AUTORIZACIÓN DE LA AUTORÍA INTELECTUAL

Yo, **NORMA ANGÉLICA AMAGUA OÑA** en calidad de autor del trabajo de investigación o tesis realizada sobre **"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA EN POBLACIONES Y GENOTIPOS LOCALES DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) DE COTACACHI A LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES. COTACACHI, IMBABURA"; "EVALUATION OF RESISTANCE IN POPULATIONS AND GENOTYPES LOCAL OF COTACACHI OF BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) TO THE MAIN DISEASES. COTACACHI, IMBABURA."** por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos los que me pertenecen o de parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me corresponden, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Quito, 23 de Abril de 2014



.....
FIRMA

C.C. 171922879-1

normy_angy@hotmail.com



Oficio Nro. DIR-EESC-2014-004-OF

Santa Catalina, 24 de febrero de 2014

Señorita Ingeniera,
Norma Angélica Amagua Oña.
Presente.

En mi calidad de Director encargado de la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP, por medio del presente, autorizo la publicación de los datos y resultados de investigación con debido reconocimiento a esta Institución de la tesis de grado para la obtención del Título de Ingeniera Agrónoma, titulada **"Evaluación de la resistencia en poblaciones y genotipos locales de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) de Cotacachi a las principales enfermedades, Cotacachi-Imbabura"**, realizada en el Departamento de Protección Vegetal de esta Estación Experimental, bajo la modalidad de Contrato de Formación Profesional (tesista) en el año 2012-2014.

Atentamente,

Ing. Iván Reinosó R.

DIRECTOR ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
I.N.I.A.P.



CERTIFICACIÓN

En calidad de tutor de trabajo de graduación cuyo título es: **"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA EN POBLACIONES Y GENOTIPOS LOCALES DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) DE COTACACHI A LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES. COTACACHI, IMBABURA"**., presentado por la señorita **NORMA ANGÉLICA AMAGUA OÑA**, previo a la obtención del Título de Ingeniera Agrónoma, considero que el proyecto reúne los requisitos necesarios.

Tumbaco, 23 de Abril de 2014

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'J' followed by a series of loops and a final vertical stroke, positioned above a horizontal dotted line.

Ing. Agr. José Ochoa L. M.Sc.
TUTOR

Tumbaco, 23 de Abril de 2014

Ingeniero

Carlos Alberto Ortega

**DIRECTOR DE CARRERA DE
INGENIERÍA AGRONÓMICA**

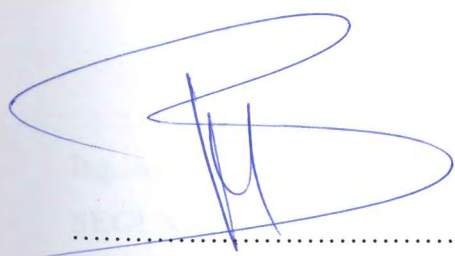
Presente.

Señor Director:

Luego de las revisiones técnicas realizadas por mi persona del trabajo de graduación, **"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA EN POBLACIONES Y GENOTIPOS LOCALES DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) DE COTACACHI A LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES. COTACACHI, IMBABURA"**., llevado a cabo por parte de la señorita egresada: **NORMA ANGÉLICA AMAGUA OÑA** de la Carrera de Ingeniería Agronómica, ha concluido de manera exitosa, consecuentemente la indicada estudiante podrá continuar con los trámites de graduación correspondientes de acuerdo a lo que estipula las normativas y disposiciones legales.

Por la atención que se digne dar a la presente, reitero mis agradecimientos

Atentamente,



Ing. Agr. José Ochoa L. M.Sc.

TUTOR

**EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA EN POBLACIONES Y
GENOTIPOS LOCALES DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) DE
COTACACHI A LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES.
COTACACHI, IMBABURA.**

APROBADO POR:

A large, stylized blue ink signature, likely belonging to José Ochoa, written over a horizontal line.

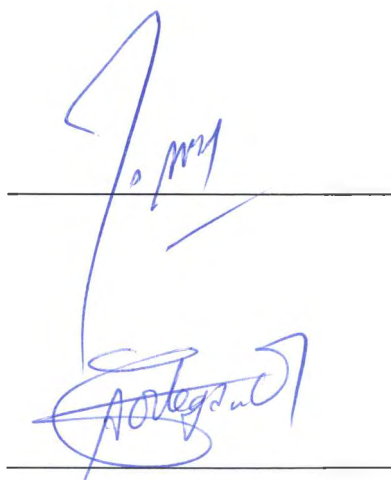
Ing. Agr. José Ochoa, M.Sc.

DIRECTOR DE TESIS

A blue ink signature, likely belonging to Venancio Arahana, written over a horizontal line.

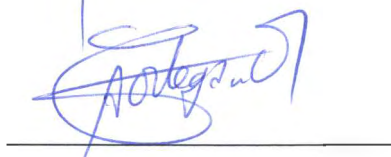
Dr. Venancio Arahana, Ph D.

PRESIDENTE (BIOMETRISTA)

A blue ink signature, likely belonging to Héctor Andrade, written over a horizontal line.

Ing. Agr. Héctor Andrade, M.Sc.

PRIMER VOCAL

A blue ink signature, likely belonging to Carlos Ortega, written over a horizontal line.

Ing. Agr. Carlos Ortega, M.Sc

SEGUNDO VOCAL

2014

CONTENIDO

CAPITULO		PÁGINAS
I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1.	Características generales del fréjol	3
2.1.1.	Origen del fréjol	3
2.1.2.	Importancia de la diversidad	3
2.1.3.	Conservación y uso sostenible de la agrobiodiversidad	3
2.2.	Descripción botánica, taxonómica y fenología	4
2.2.1.	Clasificación taxonómica	4
2.2.2.	Descripción botánica	4
2.2.3.	Etapas de desarrollo de la planta	7
2.3.	Importancia económica del fréjol	9
2.3.1.	Áreas de producción de fréjol en Ecuador	9
2.4.	Enfermedades	9
2.4.1.	Roya (<i>Uromyces appendiculatus</i> (Pers.) Unger var.)	9
2.4.2.	Antracnosis (<i>Colletotrichum lindemuthianum</i> (Sacc. & Magnus)	10
2.4.3.	Ascoquita o Mancha anillada (<i>Phoma exigua</i>)	11
2.4.4.	Mancha angular (<i>Phaeoisariopsis griseola</i> (Sacc.) Ferraris)	12
2.5.	Multilíneas y mezclas para el control de enfermedades	13
2.6.	Defensa natural contra patógenos	13
2.6.1.	La resistencia	13
2.6.2.	Tolerancia	15
2.6.3.	Inmunidad	15
2.6.4.	Escape	15
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1.	Ubicación	16

CAPITULO	PÁGINAS
3.1.1.	Características del lugar 16
3.1.2.	Características ambientales durante el ciclo de cultivo 16
3.2.	Materiales y equipos 17
3.2.1.	Campo 17
3.2.2.	Laboratorio 17
3.2.3.	Oficina 17
3.3.	EXPERIMENTO 1: EVALUACIÓN DE UNA MEZCLA BALANCEADA 17
3.3.1.	Factores en estudio 17
3.3.2.	Tratamientos 17
3.3.3.	Diseño experimental 19
3.3.4.	Unidad experimental 19
3.3.5.	Esquema del análisis estadístico 19
3.3.6.	Análisis funcional 20
3.3.7.	Prueba t de student 20
3.3.8.	Variables de enfermedades y métodos de evaluación 20
3.3.8.1.	Mancha anillada (<i>Phoma exigua</i>) 20
3.3.8.1.1.	Severidad de la enfermedad 20
3.3.8.1.2.	Número de lesiones por vaina de mancha anillada 20
3.3.8.2.	Roya (<i>Uromyces appendiculatus</i> (Pers) Unger var.) 21
3.3.8.2.1.	Tipos de reacción (TR) 21
3.3.8.2.2.	Severidad de la enfermedad 21
3.3.8.3.	Antracnosis (<i>Colletotrichum lindemuthianum</i> (Sacc. & Magnus)) 21
3.3.8.3.1.	Severidad de la enfermedad 21
3.3.8.3.2.	Número de lesiones de antracnosis en la vaina 22
3.3.8.4.	Mancha angular (<i>Phaeoisariopsis griseola</i> (Sacc.) Ferraris) 22
3.3.8.4.1.	Severidad de la enfermedad 22

CAPÍTULO	PÁGINAS
3.3.9.	Variables agronómicas y métodos de evaluación 22
3.3.9.1.	Días a la floración 22
3.3.9.2.	Días a la primera vaina 23
3.3.9.3.	Días a la madurez 23
3.3.9.4.	Rendimiento por planta 23
3.3.9.5.	Vainas por planta 23
3.3.9.6.	Número de granos por vaina 23
3.3.9.7.	Peso de 100 semillas 23
3.3.9.8.	Frecuencia de cada genotipo dentro de la población a la cosecha 23
3.4.	EXPERIMENTO 2: EVALUACIÓN DE POBLACIONES DE AGRICULTORES 23
3.4.1.	Factores en estudio 23
3.4.2.	Tratamientos 24
3.4.3.	Diseño experimental 24
3.4.4.	Unidad experimental 24
3.4.5.	Análisis estadístico 24
3.4.6.	Análisis funcional 25
3.4.7.	Variables y métodos de evaluación 25
3.4.8.	Identificación de los genotipos dentro de la población 25
3.5.	EXPERIMENTO 3: EVALUACIÓN DE GENOTIPOS CHAKRAS Y VARIEDADES COMERCIALES EN PARCELAS 26
3.5.1.	Factores en estudio 26
3.5.2.	Tratamientos 26
3.5.3.	Diseño experimental 27
3.5.4.	Unidad experimental 27
3.5.5.	Análisis estadístico 27
3.5.6.	Análisis funcional 27

CAPÍTULO	PÁGINAS
3.5.7.	Variables y métodos de evaluación 27
3.5.8.	Manejo del experimento 27
3.5.8.1.	Selección de semilla por población 27
3.5.8.2.	Preparación del suelo 28
3.5.8.3.	Surcado 28
3.5.8.4.	Siembra del ensayo 28
3.5.8.5.	Deshierba del ensayo 28
3.5.8.6.	Aporques 28
3.5.8.7.	Fertilización y Riego 28
3.5.8.8.	Etiquetado 28
3.5.8.9.	Evaluaciones quincenales 28
3.5.8.10.	Cosecha 29
IV.	RESULTADOS 29
4.1.	EXPERIMENTO 1: MEZCLA BALANCEADA 29
4.1.1.	Genotipos Allpa 29
4.1.1.1.	Frecuencia de genotipos dentro de la mezcla balanceada 29
4.1.1.2.	Evaluación de enfermedades 30
4.1.1.3.	Evaluación agronómica 32
4.1.2.	Genotipos chakras 36
4.1.2.1.	Frecuencia de cada genotipo dentro de la mezcla balanceada 36
4.1.2.2.	Evaluación de enfermedades 37
4.1.2.3.	Evaluación de agronómica 40
4.1.2.4.	Análisis de correlación 44
4.2.	EXPERIMENTO 2: EVALUACIÓN DE POBLACIONES DE AGRICULTORES 44
4.2.1.	Genotipos Allpa 44
4.2.1.1.	Frecuencia de genotipo allpas 44

CAPÍTULO		PÁGINAS
4.2.1.2.	Evaluación de enfermedades	46
4.2.1.3.	Evaluación agronómica	47
4.2.1.4.	Análisis de correlación	53
4.2.2.	Genotipos Chakras	53
4.2.2.1.	Frecuencia de genotipos chakras	53
4.2.2.2.	Evaluación de enfermedades	55
4.2.2.3.	Evaluación agronómica	59
4.2.2.4.	Análisis de correlación	64
4.2.2.5.	Identificación de genotipos dentro de la las tres poblaciones	64
4.3.	EXPERIMENTO 3: EVALUACIÓN DE GENOTIPOS CHAKRAS Y VARIEDADES COMERCIALES EN PARCELAS	65
4.3.1.	Evaluación de enfermedades	65
4.3.2.	Evaluación de variables agronómicas	67
4.3.3.	Análisis de correlación	72
V.	DISCUSIÓN	73
VI.	CONCLUSIONES	77
VII.	RECOMENDACIONES	78
VIII.	RESUMEN	79
IX.	REFERENCIAS	83
X.	ANEXOS	86
XI.	APÉNDICE	103

LISTA DE ANEXOS

ANEXOS		PÁG.
1	Procedencia de las poblaciones 2009, 2010 y 2011 de diferentes agricultores.	86
2	Análisis de medias, Duncan al 5 %, para variables de enfermedades en la evaluación de genotipos que conforman las poblaciones de fréjol allpas. Cotacachi, Imbabura. 2012.	87
3	Análisis de medias, Duncan al 5 %, para rendimiento, vainas por planta, granos por vaina y peso de 100 semillas en la evaluación de genotipos que conforman las poblaciones de fréjol allpas. Cotacachi, Imbabura. 2012.	88
4	Análisis de medias, Duncan al 5 %, para días inicio de la floración, vaina y madurez fisiológica en la evaluación de genotipos que conforman las poblaciones de fréjol allpas. Cotacachi, Imbabura. 2012.	89
5	Análisis de medias, Duncan al 5 %, para severidad de roya en la evaluación de genotipos que conforman las poblaciones de fréjol chakras. Cotacachi, Imbabura. 2012.	90
6	Análisis de medias, Duncan al 5%, para severidad de mancha anillada, severidad de mancha angular y lesión por vaina de antracnosis en la evaluación de genotipos que conforman las poblaciones de fréjol chakras. Cotacachi, Imbabura. 2012.	92
7	Análisis de medias, Duncan al 5 %, para rendimiento y vaina/planta en la evaluación de genotipos que conforman las poblaciones de fréjol chakras. Cotacachi, Imbabura. 2012.	94
8	Análisis de medias, Duncan al 5 %, para granos por vaina y peso de 100 semillas en la evaluación de genotipos que conforman las poblaciones de fréjol chakras. Cotacachi, Imbabura. 2012.	96
9	Análisis de medias, Duncan al 5 %, para días inicio de la floración, vaina y madurez fisiológica en la evaluación de genotipos que conforman las poblaciones de fréjol chakras. Cotacachi, Imbabura. 2012.	98
10	Caracterización por forma, color y nombres que le dan los agricultores a los genotipos de Cotacachi. Cotacachi, Imbabura. 2012.	100

LISTA DE CUADROS

CUADROS	PÁG.
1 Superficie nacional y regional sembrada, cosechada, en producción y ventas de fréjol.	9
2 Genotipos allpas evaluados en la mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.	18
3 Genotipos chakras evaluados en la mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.	18
4 Esquema del ADEVA para la evaluación de genotipos allpas en mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.	19
5 Esquema del ADEVA para la evaluación de genotipos chakras en mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.	19
6 Escala para la evaluación en campo de la resistencia a mancha anillada del fréjol (<i>Phoma exigua</i>).	20
7 Escala para la evaluación del tipo de pústula de roya del fréjol (<i>Uromyces appendiculatus</i>).	21
8 Escala para la evaluación en campo de la resistencia a antracnosis del fréjol (<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>).	22
9 Esquema del ADEVA para la evaluación de poblaciones de agricultores de fréjol allpa. Cotacachi, Imbabura. 2012.	25
10 Esquema del ADEVA para la evaluación de poblaciones de agricultores de fréjol chakras. Cotacachi, Imbabura. 2012.	25
11 Genotipos chakras y variedades comerciales en parcelas Cotacachi, Imbabura. 2012.	26
12 Esquema del ADEVA para la evaluación de genotipos chakras y variedades comerciales en parcelas. Cotacachi, Imbabura. 2012.	27
13 Frecuencia de genotipos de fréjol allpas encontrados en la mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.	29
14 ADEVA de enfermedades en la evaluación de genotipos de fréjol allpas que conforman la mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.	30
15 Análisis de medias, Duncan al 5 %, para enfermedades en la evaluación de los genotipos de fréjol allpas que conforman la mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.	31
16 ADEVA de variables agronómicas en la evaluación de genotipos de fréjol allpas que conforman la mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.	32

CUADROS		PÁG.
17	Análisis de medias, Duncan al 5 %, para variables agronómicas en la evaluación de los genotipos de fréjol allpas que conforman la mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.	35
18	Frecuencia de genotipos de fréjol chakras encontrados en la mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.	36
19	ADEVA de enfermedades en la evaluación de genotipos de fréjol chakras que conforman la mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.	37
20	Análisis de medias, Duncan al 5 %, para enfermedades en la evaluación de los genotipos de fréjol chakras que conforman la mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.	39
21	ADEVA de variables agronómicas en la evaluación de genotipos de fréjol chakras que conforman la mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.	40
22	Análisis de medias, Duncan al 5 %, para variables agronómicas en la evaluación de los genotipos de fréjol chakras que conforman la mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.	43
23	Correlaciones entre variables fitopatogénicas y agronómicas de genotipos de fréjol chakras que conforman la mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.	44
24	Frecuencia de genotipos de fréjol allpas encontrados en las poblaciones de agricultores. Cotacachi, Imbabura. 2012.	45
25	ADEVA de enfermedades en la evaluación de poblaciones de fréjol allpas. Cotacachi, Imbabura. 2012.	46
26	Análisis de medias, Duncan al 5 %, para enfermedades en la evaluación de poblaciones de fréjol allpas. Cotacachi, Imbabura. 2012.	47
27	ADEVA de variables agronómicas, en la evaluación de poblaciones de fréjol allpas. Cotacachi, Imbabura. 2012.	51
28	Análisis de medias, Duncan al 5 %, para variables agronómicas, en la evaluación de poblaciones de fréjol allpas. Cotacachi, Imbabura. 2012.	52
29	Correlaciones entre variables fitopatogénicas y agronómicas de genotipos de fréjol allpas que conforman la población de diferentes orígenes. Cotacachi, Imbabura. 2012.	53
30	Frecuencia de genotipos encontrados en las tres poblaciones de chakras de agricultores. Cotacachi, Imbabura. 2012.	54
31	ADEVA para enfermedades, en la evaluación de poblaciones de fréjol chakras. Cotacachi, Imbabura. 2012.	55

CUADROS		PÁG
32	Análisis de medias, Duncan al 5 %, para enfermedades en la evaluación de poblaciones de fréjol chakras. Cotacachi, Imbabura. 2012.	58
33	ADEVA de variables agronómicas, en la evaluación de poblaciones de fréjol chakras. Cotacachi, Imbabura. 2012.	62
34	Análisis de medias, Duncan al 5 %, para variables agronómicas, en la evaluación de poblaciones de fréjol chakras. Cotacachi, Imbabura. 2012.	63
35	Correlaciones entre variables fitopatogénicas y agronómicas de genotipos de fréjol chakras que conforman la población de agricultores. Cotacachi, Imbabura. 2012.	64
36	ADEVA de enfermedades, en la evaluación de genotipos de fréjol chakras y variedades comerciales. Cotacachi, Imbabura. 2012.	65
37	Análisis de medias, Duncan al 5 %, para enfermedades en la evaluación de genotipos de fréjol chakras y variedades comerciales. Cotacachi, Imbabura. 2012.	67
38	ADEVA de variables agronómicas, en la evaluación de genotipos de fréjol chakras y variedades comerciales. Cotacachi, Imbabura. 2012.	68
39	Análisis de medias, Duncan al 5 %, para variables agronómicas en la evaluación de genotipos de fréjol chakras y variedades comerciales. Cotacachi, Imbabura. 2012.	71
40	Correlaciones entre variables fitopatogénicas y agronómicas de genotipos de fréjol chakras y variedades comerciales. Cotacachi, Imbabura. 2012.	72

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS		PÁG.
1	Esquema de los cuatro tipos de hábitos de crecimiento	7
2	Etapas de desarrollo de la planta de fréjol	8

EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA EN POBLACIONES Y GENOTIPOS LOCALES DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) DE COTACACHI A LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES. COTACACHI, IMBABURA.

RESUMEN

En Cumbas Conde y Morochos (Cotacachi, Imbabura) se estudio la dinámica, reacción a enfermedades y potencial agronómico de poblaciones y genotipos locales de fréjol allpas y chakras. Cuando se evaluó una mezcla balanceada, se observó una gran variación de adaptación; así, los genotipos allpa F113 y chakra F32P1 se adaptaron bien en las dos localidades, la mayoría tuvieron adaptación restringida. Cuando se estudio poblaciones de agricultores. El genotipo allpa F1P1 y los genotipos chakra F21P3, F21P2 y F91 se adaptaron a las dos localidades, pero la mayoría tuvo una adaptación restringida. Se observó una gran variación de severidad de roya, mancha anillada y mancha angular en los genotipos evaluados, lo que en gran parte se debe a la resistencia a los patógenos que causan estas enfermedades. Los rendimientos estuvieron mayormente asociados con la resistencia a enfermedades.

PALABRAS CLAVES: FRÉJOL, PHASEOLUS VULGARIS, GENOTIPO, ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS, COTACACHI, IMBABURA

EVALUATION OF RESISTANCE IN POPULATIONS AND GENOTYPES LOCAL OF COTACACHI OF BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) TO THE MAIN DISEASES. COTACACHI, IMBABURA.

SUMMARY

In localities Cumbas Conde and Morochos (Cotacachi, Imbabura) genotype dynamics, disease severity and yield potential were studied with genotype populations and chakras. A balanced mixture showed differences in genotype adaptation; genotypes allpa F113 and chakra F32P1 adapted well to both localities, while most genotypes had restricted adaptation. Another study with farmer's populations. The genotype allpa F1P1 and genotypes chakra F21P3, F21P2 and F91 adapted well to both localities and as in the previous study most genotypes had restricted adaptation to one of the localities. In both studies, genotypes showed high variation in severity of rust, ascochyta leaf spot and angular leaf spot, which was mostly associated with resistance to diseases. Yield among than was partly associated with resistant to diseases.

KEY WORDS: BEAN, PHASEOLUS VULGARIS, GENOTYPE, DISEASES PLANT, COTACACHI, IMBABURA

I. INTRODUCCIÓN

En Ecuador, el fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L.), es un alimento importante para miles de familias ecuatorianas, pero además genera ingresos económicos para los agricultores (Peralta *et al.*, 2007).

En el país se cultivan dos tipos de fréjol: arbustivos y volubles. Los arbustivos se siembran en valles de la sierra y en la región costa, son de ciclo corto y están orientados mayormente al cultivo comercial. Los volubles de otra forma se siembran a lo largo de callejón interandino, en asociación con maíz principalmente y bajo el sistema de espaldera o tutores, son tardíos y están destinados en su mayoría al autoconsumo, sin embargo tienen gran diversidad y generalmente posee alta variabilidad genética. Los mejoradores tienen interés en los frejoles arbustivos y han desarrollado variedades comerciales como INIAP 414 Yunguilla, INIAP 418 Jema, INIAP 427 Libertador, INIAP 430 Portilla, INIAP 481 Rojo del Valle, INIAP 420 Canario del Chota, además desarrollaron variedades comerciales volubles como INIAP 412 Toa, INIAP 426 Siete Colinas, INIAP 421 Bolívar y Cargamanto los mismos que se evaluaron en el presente estudio.

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) para el 2012, la superficie nacional sembrada de fréjol (arbustivos y volubles) fue de 38 158 ha y la superficie cosechada de fréjol seco fue de 35 108 ha; es decir se pierden 3 050 ha (8.0 %). Entre las áreas de producción de fréjol se encuentra la provincia de Imbabura, la superficie sembrada fue de 1 711 ha y la superficie cosechada de fréjol seco fue de 1 546 ha; es decir se pierden 165 ha (9.6 %). Se asume que gran parte de la superficie perdida se debe a la presencia de enfermedades (Lépiz *et al.*, 1995).

El fréjol es afectado principalmente por Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), Ascochyta o Mancha anillada (*Phoma exihua* var. *Exigua*), Roya (*Uromyces appendiculatus*) y, Mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*). Estas enfermedades causan pérdidas en el rendimiento entre 40 a 50 % (Peralta *et al.*, 2007).

Un mejor entendimiento de la relación diversidad y enfermedades permitirá definir estrategias eficientes de manejo, conservación y uso de la diversidad genética, uno de los cuales eventualmente puede ser para desarrollar un programa de mejoramiento orientado al uso eficiente de la diversidad genética (DENAREF, 2010).

Este trabajo se enfocó en como la diversidad genética contribuye al control de enfermedades en los agro-ecosistemas tradicionales de fréjol en Cotacachi-Imbabura.

Con estos antecedentes esta investigación se propuso Evaluar la composición y el efecto de la mezcla de diferentes genotipos de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) a las principales enfermedades y comportamiento agronómico en Cotacachi, Imbabura.

Específicamente se buscaba evaluar la resistencia a las principales enfermedades y el comportamiento agronómico de poblaciones de fréjol obtenidos de diferentes procesos de selección en el 2009, 2010, 2011 y una población balanceada de genotipos con diferentes características

agronómicas; y, evaluar la resistencia a las principales enfermedades y el comportamiento agronómico de genotipos de fréjol derivados de mezclas que se siembran en Cotacachi, Imbabura.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Características generales del fréjol

2.1.1. Origen del fréjol

México se ha reconocido como el más probable centro de origen del fréjol, o al menos, como el centro primario de diversificación. Algunos de los hallazgos arqueológicos en México y Sudamérica indican que se conocía hace 5 000 años antes de Cristo (Ulloa *et al.*, 2011).

2.1.2. Importancia de la diversidad

La zona andina de Cotacachi también es conocida por su alta agrobiodiversidad, ya que existe un número alto de especies de plantas comestible, hasta 61 especies diferentes. La mitad de estas son especias nativas, mientras que las demás son introducidas. No obstante los agricultores no producen todas las especies de cultivos; por lo que se evidencia una erosión genética de la agrobiodiversidad debido a los cambios climáticos, la falta de tierra, la adopción de otras prácticas agrícolas, las plagas, la falta de abono, la migración y los cambios culturales (DENAREF, 2010).

La diversidad agrícola es la base para garantizar el suministro mundial de alimentos, la supervivencia de los cultivos y paisajes agrícolas y es el seguro de la humanidad contra futuras amenazas a la agricultura y la alimentación (CIP, 2003).

La homogenización genética de variedades incrementa la vulnerabilidad a plagas y enfermedades, que pueden devastar un cultivo, especialmente en plantaciones extensas. La historia muestra severas pérdidas económicas y sufrimientos causados por confiar en el monocultivo de variedades uniformes (CIP, 2003).

2.1.3. Conservación y uso sostenible de la agrobiodiversidad

Para los agricultores, la agricultura es una actividad llena de riesgos, por la variación constante del clima y la aparición de enfermedades que pueden afectar el buen desarrollo de las plantas, la cantidad y calidad de sus cosechas. En el mercado la variación de precios que existe de los diferentes productos una vez estén listos para la cosecha, también implica riesgos. Para enfrentar esta situación, los agricultores indígenas típicamente siembran una diversidad de cultivos, e incluso diferentes variedades, para aumentar sus opciones de éxito y para asegurar sus ingresos. Unas variedades suelen ser más resistentes a plagas o sequías que otras, mientras el precio de un producto suele ser más alto que otro en el momento de la cosecha. De esta manera, los agricultores manejan la agrobiodiversidad a su ventaja, aprovechándola para disminuir su riesgo, diversificar su producción y aumentar su seguridad alimentaria y económica (Ramírez y Williams, 2005).

2.2. Descripción botánica, taxonómica y fenología

2.2.1. Clasificación taxonómica

El género *Phaseolus* comprende aproximadamente 35 especies, entre las que se encuentran *Phaseolus vulgaris*, *Phaseolus lunatus*, *Phaseolus coccineus*, *Phaseolus acutifolius* y *Phaseolus polyanthus*, las cuales corresponden a las cinco cultivadas comercialmente (Betancour y Dávila, 2002).

El nombre científico del fréjol es *Phaseolus vulgaris*, el cual fue establecido por Lineo (1753). Esta especie pertenece a la Clase Angiospermae, Subclase Dicotiledónea, al Orden Rosales, Familia Fabaceae, Subfamilia Papilionoideae (Sevilla y Holle, 2004).

2.2.2. Descripción botánica

La descripción botánica de la planta según Arias *et al.* (2007) se describe a continuación.

Raíz. En la primera etapa de desarrollo, el sistema radical está formado por la radícula del embrión, la cual se convierte posteriormente en la raíz principal o primaria. A los pocos días de la emergencia de la radícula, es posible ver las raíces secundarias, que se desarrollan especialmente en la parte superior o cuello de la raíz principal. Sobre las raíces secundarias se desarrollan las raíces terciarias y otras subdivisiones como los pelos absorbentes. El sistema radicular tiende a ser fasciculado, fibroso en algunos casos, pero con una amplia variación incluso dentro de una misma variedad.

Tallo. Es el eje central de la planta, el cual está formado por la sucesión de nudos y entrenudos. Es herbáceo y con sección cilíndrica o levemente angular, debido a pequeñas corrugaciones de la epidermis.

Ramas. Se desarrollan a partir de un complejo de yemas localizado siempre en las axilas y se denomina complejo axilar, que generalmente está formado por tres yemas visibles desde el inicio de su desarrollo. Las ramas, pueden desarrollar otras estructuras, como las inflorescencias. El predominio de ramas o inflorescencias depende del hábito de crecimiento y de la parte de la planta considerada.

Hojas. Las hojas del fréjol son de dos tipos, simples y compuestas, están insertadas en los nudos del tallo y las ramas. Las hojas primarias son simples, aparecen en el segundo nudo del tallo, se forman en la semilla durante la embriogénesis, y caen antes de que la planta esté completamente desarrollada.

Las hojas compuestas trifoliadas son las hojas típicas del fréjol, tienen tres folíolos, un pecíolo y un raquis. En la inserción de las hojas trifoliadas hay un par de estípulas de forma triangular que siempre son visibles.

Flores. Es una típica flor papilionácea y las características del cáliz es: poseen cinco dientes triangulados, la corola con dos pétalos soldados por su base. En ella se distinguen el pétalo más sobresaliente o estandarte, que puede ser de color blanco, verde, rosado o púrpura y que generalmente, se torna amarillo después de la fecundación; y, dos alas cuyo color puede ser blanco, rosado o púrpura. La otra parte es la quilla, que tiene forma de espiral muy cerrada y compuesta por dos pétalos completamente unidos, el androceo está formado por nueve estambres y el gineceo por el ovario, estilo y el estigma.

Fruto. Es una vaina con dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido, esta especie se clasifica como leguminosa. Las vainas pueden ser de diversos colores, uniformes o con rayas, dependiendo de la variedad.

Semilla. La semilla no posee albumen, por tanto las reservas nutritivas se concentran en los cotiledones. Puede tener varias formas: ovalada, redonda, cilíndrica, arriñonada. Las partes externas más importantes de la semilla son la testa o cubierta, que corresponde a la capa secundaria del óvulo y la del hilum, que conecta la semilla con la placenta, el micrópilo que es una abertura en la cubierta cerca del hilum, a través del cual se realiza la absorción del agua; y, el rafe, proveniente de la soldadura del funículo con los tegumentos externos de óvulo. Internamente, la semilla está constituida por el embrión, el cual está formado por la plúmula, las dos hojas primarias, el hipocótilo, los dos cotiledones y la radícula.

Hábito de crecimiento. Es el resultado de la interacción de varios caracteres de la planta que determinan su arquitectura final. Los principales caracteres morfoagronómicos que ayudan a determinar el hábito de crecimiento son:

- El tipo de desarrollo de la parte terminal del tallo: determinado o indeterminado.
- El número de nudos.
- La longitud de los entrenudos y, en consecuencia, la altura de la planta.
- La aptitud para trepar.
- El grado y tipo de ramificación.

Según estudios hechos por el CIAT (1984), se considera que los hábitos de crecimiento pueden ser agrupados en cuatro tipos principales (Figura 1).

Tipo I: Hábito de crecimiento determinado arbustivo

- El tallo y las ramas terminan en una inflorescencia desarrollada.
- En general, el tallo es fuerte, con un bajo número de entrenudos, de cinco a diez, normalmente cortos.
- La altura puede variar entre 30 y 50 cm; sin embargo, hay casos de plantas enanas, más cortas.

- La etapa de floración es corta y la madurez de todas las vainas ocurre casi al mismo tiempo.

Tipo II: Hábito de crecimiento indeterminado arbustivo

- Tallo es erecto sin aptitud para trepar, aunque termina en una guía corta. Las ramas no producen guías.
- Pocas ramas, pero con un número superior al tipo I, y generalmente cortas con respecto al tallo.
- El número de nudos del tallo es superior al de las plantas del tipo I, generalmente más de 12.
- Como todas las plantas de hábito de crecimiento indeterminado, éstas continúan creciendo durante la etapa de floración, aunque a un ritmo menor.

Tipo III: Hábito de crecimiento indeterminado postrado

- Plantas postradas o semipostradas con ramificación bien desarrollada.
- La altura de las plantas es superior a la de las plantas del tipo I, generalmente mayor a 80 cm.
- El número de nudos del tallo y de las ramas es superior al de los tipos I y II; así mismo la longitud de los entrenudos, y tanto el tallo como las ramas terminan en guías.
- El desarrollo del tallo y el grado de ramificación originan variaciones en la arquitectura de la planta. Algunas plantas son postradas desde las primeras etapas de la fase vegetativa; otras son arbustivas hasta prefloración y luego son postradas. Pueden presentar aptitud trepadora.

Tipo IV: Hábito de crecimiento indeterminado trepador

- A partir de la primera hoja trifoliada, el tallo desarrolla la doble capacidad de torsión, lo que se traduce en su habilidad trepadora.
- Las ramas son muy poco desarrolladas a causa de su dominancia apical.
- El tallo, el cual puede tener de 20 a 30 nudos, puede alcanzar más de 2 m de altura con un soporte adecuado.
- La etapa de floración es significativamente más larga que la de los otros hábitos, de tal manera que en la planta se presentan, a un mismo tiempo, la etapa de floración, la formación de las vainas, el llenado de las vainas y la maduración.

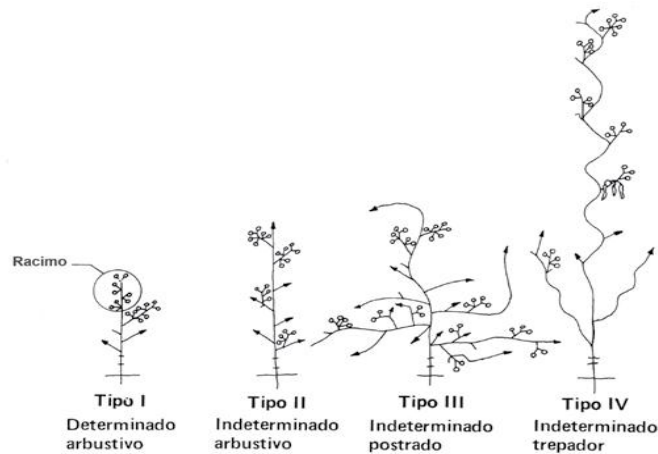


Figura 1. Esquema de los cuatro tipos de hábitos de crecimiento (CIAT, 1984).

2.2.3. Etapas de desarrollo de la planta

En el desarrollo de la planta de fréjol, se han identificado 10 etapas, las cuales están delimitadas por eventos fisiológicos importantes. Fernández *et al.*, (1986), consideraron 10 etapas que se detallan a continuación:

Etapas de la fase vegetativa

La fase vegetativa incluye cinco etapas de desarrollo: germinación, emergencia, hojas primarias, primera hoja trifoliada y tercera hoja trifoliada.

- Etapa V0: germinación

Absorción de agua por la semilla; emergencia de la radícula y su transformación en raíz primaria.

- Etapa V1: emergencia

Los cotiledones aparecen al nivel del suelo y empiezan a separarse. El epicótilo empieza a desarrollarse.

- Etapa V2: hojas primarias

Hojas primarias totalmente abiertas.

- Etapa V3: primera hoja trifoliada

Se abre la primera hoja primaria y aparece la segunda hoja trifoliada.

- **Etapa V4: tercera hoja trifoliada**

Se abre la tercera hoja trifoliada y las yemas de los nudos inferiores producen ramas.

Las Etapas de la fase reproductiva

- **Etapa R5: prefloración**

Aparece el primer botón floral o el primer racimo. Los botones florales de las variedades determinadas se forman en el último nudo del tallo o rama. En las variedades indeterminadas los racimos aparecen primero en los nudos más bajos.

- **Etapa R6: floración**

Se abre la primera flor.

- **Etapa R7: formación de vainas**

Aparece la primera vaina que mide más de 2.5 cm de longitud.

- **Etapa R8: llenado de las vainas**

Comienza a llenarse la primera vaina (crecimiento de la semilla). Al final de esta etapa, las semillas pierden su color verde y comienzan a mostrar las características de la variedad. Se inicia la defoliación.

- **Etapa R9: madurez fisiológica**

Las vainas pierden su pigmentación y comienzan a secarse. Las semillas desarrollan el color típico de la variedad.

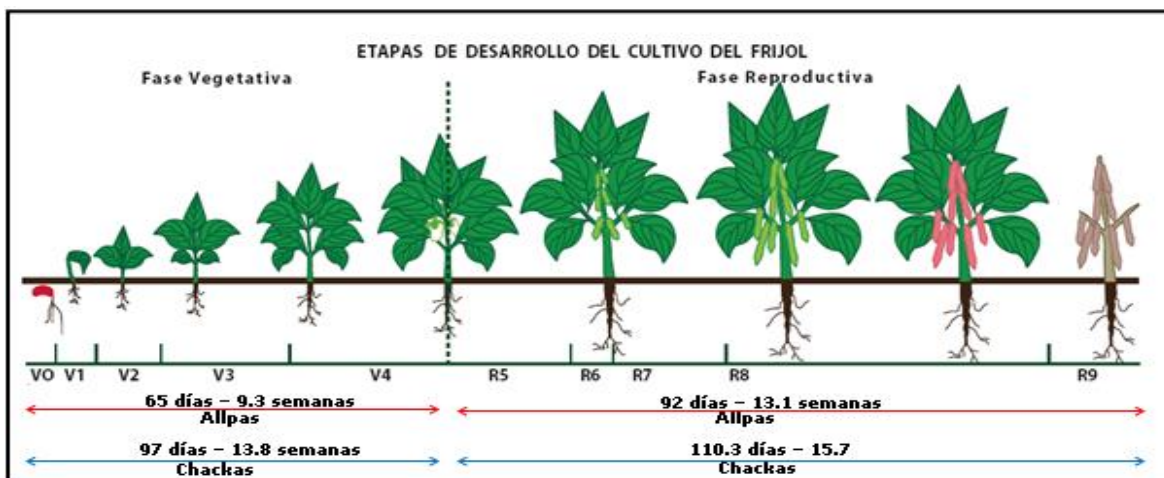


Figura 2. Etapas de desarrollo de la planta de fréjol

Fuente: Autor

2.3. Importancia económica del fréjol

2.3.1. Áreas de producción de fréjol en Ecuador

Las variedades de fréjol de tipo voluble o trepador son cultivadas en asociación con maíz, principalmente y muy poco bajo el sistema de espalderas o tutores y los tipos arbustivos o de mata, se siembran solos (DENAREF, 2010).

En Ecuador, las áreas de producción de fréjol se encuentra en las provincias de Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Cotopaxi, Chimborazo, Imbabura.

Según el INEC (2012), la superficie nacional y regional sembrada, de fréjol (arbustivo y voluble) se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Superficie nacional y regional sembrada, cosechada, en producción y ventas de frejol.

Ámbito	Condición	Sembrada (ha)	Cosechada(ha)	Producción (tm)	Ventas (tm)
Total Nacional	Solo	9 744	9 138	5 211	4 380
Total Nacional	Asociado	28 414	25 970	4 779	2 511
Región Sierra	Solo	25 221	22 911	3 390	1 166
Región Sierra	Asociado	8 617	8 042	4 483	3 734
Región Costa	Solo	3 067	2 968	1 362	1 339
Región Costa	Asociado	1 104	1 074	717	645
Región Oriental	Solo	126	92	28	7
Región Oriental	Asociado	22	22	12	1

Fuente: INEC, 2012

2.4. Enfermedades

2.4.1. Roya (*Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger var.)

Taxonomía

Este hongo pertenece: al Reino Fungí, División Basidiomycota, Subdivisión: Pucciniomycotina, Clase Pucciniomycetes, Orden Pucciniales, Familia Pucciniaceae, Género: *Uromyces* y especie *U. appendiculatus* (Orellana, 2011)

Epidemiología

La roya es de las enfermedades más importantes del cultivo de fréjol en el Ecuador. Comúnmente se presenta en áreas con altitud superior a 1200 msnm. La infección del hongo es favorecido por períodos prolongados de lluvia, con una humedad relativa de más del 90 % y una temperatura moderada entre 17 a 27 °C. El hongo puede sobrevivir cerca de 60 días bajo condiciones de campo. Las pérdidas a causa de la enfermedad pueden alcanzar del 40 al 46 % de la producción. En el Ecuador se han identificado 27 razas de roya (Peralta *et al.*, 2007).

Diseminación

El viento es el principal medio de transporte del hongo dentro del campo y hacia los campos vecinos. Es una enfermedad que no se transmite por semilla. A cortas distancias es importante el transporte de la roya por medio de herramientas, personas que pasan de un campo contaminado a uno sano (Araya y Hernández, 2006).

Síntomas

Los síntomas que causa pueden afectar a cualquier parte de la planta, ya sea en el tallo o en las vainas, pero es más común en las hojas, tanto en el haz como en el envés. Se inician como pequeños puntillos de color blanco-amarillento, que posteriormente se incrementan formando una pústula que puede alcanzar un diámetro de un milímetro. Al madurar libera una cantidad de polvillo rojizo, que corresponde a las esporas del hongo. (SAG y DICTA, 2011).

Control

Cultural

La eliminación de los residuos de cosecha puede reducir la fuente de inóculo (esporas), ya que persiste éstas en el cultivo. Una adecuada densidad de siembra puede ayudar a que no se establezca un ambiente húmedo entre las plantas, factor que favorece la infección del hongo; las fechas tempranas de siembra ayudan a que la planta escape de la infección (Urbina, 2011).

Varietal o genético

El control más efectivo y económico es la siembra de variedades resistentes. En el país existen variedades de fréjol arbustivo resistentes a la roya como INIAP 428 “Je.Ma”, INIAP 420 “Canario del Chota”, INIAP 424 “Concepción”, INIAP 425 “Blanco Fanesquero”, INIAP 427 “Libertador” e INIAP428 “Canario Guarandeño” y entre las volubles están INIAP 412 Toa, INIAP421 “Bolívar” e INIAP 426 “Siete Colinas” (Peralta *et al.*, 2010).

2.4.2. Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magnus)

Taxonomía

Este hongo pertenece: al Reino Fungi, División Ascomycota, Subdivisión Taphrinomycotina, Clase: Coelomycetes, Orden Melanconiales, Género y Especie: *Collectotrichum lindemuthianum* (Sacc. &Magn.) Scrib, (Orellana, 2011).

Epidemiología

En Ecuador, la antracnosis se presenta con mayor frecuencia en zonas frejoleras superiores a los 2000 m.s.n.m. Para iniciar la infección, este hongo requiere de temperaturas entre 13 y 26 °C, un ambiente húmedo caracterizado por alta precipitación y humedad relativa mayor a 50 %; las

pérdidas del rendimiento pueden ser mayores al 50 %. En el Ecuador se han identificado 21 razas diferentes (Peralta *et al.*, 2007).

Síntomas

La antracnosis del fréjol ataca desde que la planta emerge hasta que llega a la producción, pudiendo afectar a la semilla. En el follaje los síntomas inicialmente aparecen en la parte inferior de la hoja, con lesiones pequeñas de color rojo oscuro, localizadas a lo largo de las venas. Con el tiempo estas lesiones se vuelven de color café oscuro a negro. En las vainas se producen lesiones redondas, hundidas, con bordes bien definidos y centro oscuro (Araya y Hernández, 2006).

Diseminación

La semilla infectada es el principal medio de diseminación de la antracnosis. Cuando la enfermedad ya está en campo, esta pasa de una a otra por salpicadura de lluvia o herramientas contaminadas con el hongo (Araya y Hernández, 2006).

Control

Cultural

La reducción de la densidad ayuda a disminuir la incidencia de la enfermedad. La eliminación de residuos de plantas infectadas debe ser realizada tan pronto como termine la cosecha, con el fin de bajar los niveles de inóculo (Peralta *et al.*, 2010).

Eliminar las plantas voluntarias de fréjol en el siguiente ciclo: las plantas voluntarias son aquellas que nacen de la semilla que se queda en el campo después de la cosecha (Mena y Velázquez, 2010).

Varietal o Genético

La siembra de variedades resistentes es la medida más efectiva para el control de esta enfermedad. Existen variedades de fréjol arbustivo resistentes a antracnosis como: INIAP 414 “Yunguilla”, INIAP 425 “Blanco Fanesquero”, 427 “Libertador” e INIAP 428 “Canario Guarandño” y en las variedades de fréjol voluble INIAP 412 TOA, INIAP421 “Bolívar” e INIAP 426 “Siete colinas” (Peralta *et al.*, 2010).

2.4.3. Ascoquita o Mancha anillada (*Phoma exigua*)

Taxonomía

Pertenece: al Reino Fungi, División Ascomycota, Subdivisión Taphrinomycotina, Clase: Coelomycetes, Orden Chaeropsidales, Género y Especie: *Phoma exigua* (Agrios, 2008 y Orellana, 2011).

Epidemiología

Es muy severa en zonas ubicadas sobre los 1000 m.s.n.m., con temperaturas frías a moderadas y con condiciones de alta humedad. Las pérdidas en rendimiento pueden superar el 40 % (Peralta *et al.*, 2007).

Síntomas

Inicialmente los síntomas aparecen en las hojas, donde se observan lesiones redondeadas de color café a negro que, más tarde, pueden contener pequeños picnidios negros. Las lesiones también se pueden presentar en el pedúnculo, el pecíolo, las vainas y el tallo. Cuando ocurren epidemias severas se observa una caída prematura de las hojas. El hongo puede sobrevivir en la semilla (Arias *et al.*, 2007).

Control

Cultural

Se debe sembrar semilla limpia libre del patógeno, una menor densidad de siembra y la eliminación de restos de cosecha (Peralta *et al.*, 2007).

Varietal o Genético

En el Ecuador existen variedades de fréjol arbustivo resistentes a mancha anillada o ascoquita como INIAP 427 “Libertador” e INIAP 428 “Canario Guarandéño”. En volubles con resistencia intermedia están INIAP 421 “Bolívar” e INIAP 426 “Siete Colinas” (Peralta *et al.*, 2010).

2.4.4. Mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferraris)

Taxonomía

Este hongo pertenece: al Reino Fungi, División Ascomycota, Subdivisión Taphrinomycotina, Clase: Hyphomycetes, Orden Stilbellales, Género y Especie: *Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferraris (Agrios, 2005 y Orellana, 2011).

Epidemiología

En Ecuador, la mancha angular es muy común en zonas de clima moderado (15-25 °C), ubicadas entre los 1200 a 2000 msnm con períodos prolongados de lluvia. La enfermedad está causando pérdidas en rendimiento mayores al 40 %. Los residuos de cosecha son el medio primario de sobrevivencia del hongo de una siembra a otra (Peralta *et al.*, 2007).

Síntomas

Se trasmite por semilla, la planta puede ser atacada desde las dos semanas de germinada hasta el llenado de vaina. Los síntomas se ven más en hojas, vainas y tallos, en hojas son pequeñas manchas de color gris o cafés de forma cuadrada o triangular con bordes amarillentos, estas manchas crecen

y se unen, en plantas adultas ocurre amarillamiento y se caen, las vainas presenta manchas cafés o rojizas circulares con un borde más oscuro (Martínez *et al.*, 2009).

Diseminación

El hongo causante de la mancha angular se transporta fácilmente por el viento, aunque la semilla puede ser otro medio de diseminación (Araya y Hernández, 2006).

Control

Cultural

El hongo sobre vive en residuos de cosecha, por lo que se recomienda eliminarlos, quemándolos o incorporándolos con arado profundo (Peralta *et al.*, 2007).

Varietal o genético

Al momento no se dispone de variedades mejoradas con resistencia genética a mancha angular (Peralta *et al.*, 2010).

2.5. Multilíneas y mezclas para el control de enfermedades.

En muchas regiones del mundo, los agricultores tienen preferencias locales para la siembra de mezclas de cultivares que les brindan resistencia a las plagas y enfermedades locales, y aumentan la estabilidad de los rendimientos (Trutmann *et al.*, 1993). Por lo tanto, la diversidad dentro de un cultivo (lograda mediante mezclas de variedades, las multilíneas o el uso planificado de diferentes variedades en el mismo ambiente de producción) puede reducir el daño ocasionado por plagas y enfermedades.

Otra estrategia disponible para los agricultores es usar mezclas de variedades tradicionales y variedades modernas resistentes para disminuir el daño causado por plagas y enfermedades y así retener y utilizar las variedades tradicionales en sus fincas (Zhu *et al.*, 2000).

2.6. Defensa natural contra patógenos

2.6.1. La resistencia

Es la capacidad de la planta para reducir el crecimiento y desarrollo del patógeno o parásito después que ha habido contacto entre el hospedante y el patógeno o después que este ha iniciado su desarrollo o se ha establecido (Niks *et al.*, 1993).

La resistencia genética es controlada en algunos casos por un gen o por pocos genes importantes (monogénico) o, como en muchos casos, por múltiples genes (poligénico). La resistencia puede ser:

Horizontal

Es más difícil de manejar ya que en la misma participan un gran número de genes. Su herencia es poligénica cuantitativa con una variación continua; por ello, las clases de resistencia y susceptibilidad son difíciles de reconocer ya que el efecto de cada gen es muy limitado. Una

característica importante de la resistencia horizontal es su mayor estabilidad y durabilidad (Renfro, 1985).

Este tipo de resistencia es más o menos igual de efectiva para todas las razas de una especie de patógeno, resulta en una reducida epidemia causada por el patógeno, a pesar de un tipo de infección de susceptibilidad; es una forma más duradera de resistencia a enfermedades (Powell, 1997 y Robinson, 2000).

Johnson (1981), define la resistencia durable como la resistencia que permanece efectiva mientras es usada extensivamente en agricultura por un largo período, en un ambiente favorable para la enfermedad. Esta no es una definición cualitativa por cuanto “largo período” y “uso extensivo”, los dos en principio son conceptos cuantitativos. Por tanto la durabilidad de la resistencia es un carácter típicamente cuantitativo.

Vertical

En este tipo de resistencia en el que existe interacción diferencial entre las razas del patógeno, es conocida también como resistencia específica, cualitativa o diferencial. Por lo general, es controlada por uno o algunos genes, por ello también se la conoce como resistencia monogénica u oligogénica. Al parecer estos genes controlan una etapa importante de la interacción entre el patógeno y el hospedante. La resistencia vertical permite diferenciar claramente las razas de un patógeno, ya que es efectiva contra ciertas razas específicas e ineficaz contra otras (Agrios, 2008 y Robinson, 2000).

Este mecanismo de resistencia inhibe el desarrollo inicial del patógeno que llega al campo proveniente de plantas que carecen de genes mayores distintos que confieren resistencia a la planta; por tanto, impide el desarrollo de epifitias al limitar el inóculo inicial, ya que al existir interacción entre el hospedante y el patógeno, que al parecer son incompatibles, el primero desarrolla una reacción de hipersensibilidad (muerte celular después de la invasión del patógeno) y, de esta forma, el patógeno no puede establecerse ni multiplicarse en la planta (González *et al.*, 2007; Agrios, 2008).

En general, las variedades provistas de resistencia vertical muestran resistencia completa a un patógeno en la mayoría de condiciones ambientales, pero una o varias mutaciones que ocurran en el patógeno pueden originar una nueva raza que puede infectar a la variedad anteriormente resistente (González *et al.*, 2007).

Existen ciertas ventajas cuando se trabaja con tipos de resistencia monogénicos, es simple la transferencia de resistencia específica de un germoplasma a otro; sin embargo, esas formas de resistencia se pueden romper fácil y rápidamente con la mutación de un solo gen o, de pocos genes, además la resistencia específica pone gran presión sobre el patógeno para su supervivencia, el cual debe cambiar su especificidad por mutación (Renfro, 1985).

2.6.2. Tolerancia

Es la capacidad de las plantas para producir una buena cosecha aun cuando sean infectadas por un patógeno. Este mecanismo no restringe el contacto del patógeno ni su crecimiento y reproducción luego del establecimiento (Danial, 1999).

2.6.3. Inmunidad

La planta no muestra ningún signo de infección visible después de estar expuesta a un patógeno (Danial, 1999).

2.6.4. Escape

Es cuando la planta queda sin infección (o intento de infección) debido a que el inóculo no la alcanzó, por lo que se puede caer en el error de clasificarla como resistente. Para reducir estos riesgos, es conveniente implantar un número suficiente de repeticiones y de testigos (Danial, 1999).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

El ensayo se ubicó en dos localidades (Cumbas Conde y Morochos) en la provincia de Imbabura, cantón Cotacachi, parroquia de Quiroga.

3.1.1. Características del lugar

Sitio	Ubicación	Descripción	Propietario
Uno	Cantón: Cotacachi Parroquia: Quiroga Sitio: Cumbas Conde	Longitud: 78°18'51''O Latitud: 0°15'59''N Altitud: 2694 msnm Temperatura: 14.4 °C Precipitación: 1049.2 mm/año	Sr. Antonio Anrrango
Dos	Cantón: Cotacachi Parroquia: Quiroga Sitio: Morochos	Longitud: 78°18'41''O Latitud: 0°17'27''N Altitud: 2793 msnm Temperatura: 14.4 °C Precipitación: 1049.2 mm/año	Sr. Antonio Flores

Fuente: Datos tomados con GPS y del INAMHI (Estación Meteorológica Cotacachi, Hacienda Esthercita), 2012.

3.1.2. Características ambientales durante el ciclo de cultivo

Meses ¹	Temperatura Media (°C/día)	Humedad relativa Media (%/día)	Precipitación Media (mm/mes)
Septiembre	14.5	73	25.3
Octubre	14.4	82	70.5
Noviembre	14.9	82	62.2
Diciembre	14.4	83	81.9
Enero	14.2	85	104.1
Febrero	14.1	85	152.3
Marzo	14.3	82	102.3
Abril	14.3	86	291.6

Fuente: Información agroclimática del INAMHI (Estación Meteorológica Cotacachi, Hacienda Esthercita), 2012.

¹Período de Septiembre de 2011-Abril de 2012.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Campo

- Azadones
- Rastrillos
- Piola
- Estacas
- Flexómetro
- Semilla de fréjol
- Croquis de los ensayos
- Etiquetas
- Cámara fotográfica
- Libro de campo
- Lápices y marcadores

3.2.2. Laboratorio

- Balanza de precisión
- Tara

3.2.3. Oficina

- Libro de campo
- Computador
- Hojas para impresiones
- Lápiz y borrador
- Calculadora

3.3. EXPERIMENTO 1: EVALUACIÓN DE UNA MEZCLA BALANCEADA

3.3.1. Factores en estudio

Genotipos

Allpa (Cuadro 2)

Chakra (Cuadro 3)

3.3.2. Tratamientos

Genotipos allpas, estuvo conformado por 10 genotipos

Genotipos chakras, estuvo conformado por 15 genotipos

La mezcla balanceada estuvo conformada de 40 semillas de cada genotipo, por lo que todos los genotipos tuvieron la oportunidad de ser seleccionados a la siembra. El estudio se estableció en dos localidades: Cumbas Conde (L1) y Morochos (L2).

La mezcla balanceada se realizó con el fin de conocer como interviene la composición genotípica en la epidemia de las enfermedades, además conocer la frecuencia de cada uno de los genotipos después de la cosecha en las dos localidades.

Cuadro 2. Genotipos allpas evaluados en la mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.

GENOTIPOS ALLPAS DE COTACACHI		
CÓDIGO	FORMA	COLORES
F1P1	Cuboide	Crema/Negro; Negro/Crema
F113	Ariñonada	Crema/Morado; Morado/Crema
F3P1	Cuboide	Morado oscuro, Morado claro/Crema
F10P3	Cuboide	Crema
F15P1	Cuboide	Café claro/Negro
F4P2	Cuboide	Café claro/concho de vino
F89	Redonda	Crema/Verde oscuro
F54P4	Cuboide	Jaspeado morado
F15P3	Cuboide	Café claro, Jaspeado negro/ Negro
F19	Cuboide	Concho de vino, crema/Negro

Cuadro 3. Genotipos chakras evaluados en la mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.

GENOTIPOS CHAKRAS DE COTACACHI		
CÓDIGO	FORMA	COLORES
F12P5	Cuboide	Crema/Morado
F17P1	Cuboide	Crema/Concho de vino
F21P2	Cuboide	Crema
F62P1	Cuboide	Rojo, Rosado/Crema
F39	Cuboide	Crema, Jaspeado morado/Morado
F32p1	Cuboide	Crema, Jaspeado morado claro
F99	Ovalada	Crema, Morado claro/Morado
F42	Cuboide	Blanco, Negro
F72P2	Redondo	Verde oscuro/Verde claro
F71P2	Ovalada	Moroda
F26P5	Cuboide	Crema, Morado
F16P3	Ovalada	Crema, Rojo
F30P1	Cuboide	Crema, Morado/Jaspeado morado
F103	Redonda	Café claro
F106	Cuboide	Rosado/Morado oscuro

3.3.3. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar, con 30 observaciones en los allpas y 50 en los chakras dentro de mezcla balanceada.

3.3.4. Unidad experimental

La unidad experimental fue una planta dentro de la población con competencia total.

3.3.5. Esquema del análisis estadístico

El esquema del ADEVA se encuentra en los Cuadros 4 y 5

Cuadro 4. Esquema del ADEVA para la evaluación de genotipos allpas en mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.

Fuente de variación	GL	
	L1	L2
TOTAL	25	21
TRATAMIENTOS (GENOTIPOS)	8	7
ERROR EXP.	17	14
PROMEDIO		
CV (%)		
L1=Cumbas Conde		
L2=Morochos		

Cuadro 5. Esquema del ADEVA para la evaluación de genotipos chakras en mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.

Fuente de variación	GL	
	L1	L2
TOTAL	45	42
TRATAMIENTOS (GENOTIPOS)	12	9
ERROR EXP.	33	33
PROMEDIO		
CV (%)		
L1=Cumbas Conde		
L2=Morochos		

3.3.6. Análisis funcional

Se realizó la prueba de Duncan al 5 % para los factores en estudio que presentaron significancia estadística. Además, se realizó la correlación de Pearson al 5 % y 1 % entre las variables para medir su grado de asociación.

3.3.7. Prueba t de student

Se utilizó esta prueba para determinar si las diferencias entre localidades son significativas estadísticamente, esta prueba se realizó a todas las variables evaluadas en los tres experimentos.

3.3.8. Variables de enfermedades y métodos de evaluación

3.3.8.1. Mancha anillada (*Phoma exigua*)

3.3.8.1.1. Severidad de la enfermedad

Las evaluaciones se realizaron en la etapa de desarrollo R6 (Floración) y en R8 (Llenado de vainas). La severidad de la enfermedad se evaluó utilizando la escala 1-9 desarrollada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (Schoonhoven y Pastor, 1987) (Cuadro 6).

Cuadro 6 . Escala para la evaluación en campo de la resistencia a mancha anillada del fréjol (*Phoma exigua*).

Clasificación	Descripción
1	Sin síntomas visibles de la enfermedad.
3	Presencia de pocas lesiones concéntricas pequeñas y oscuras, que cubren aproximadamente el 2% del área foliar
5	Presencia de varias lesiones de tamaño pequeño a mediano (hasta 1 cm de diámetro), con esporulación limitada, las cuales cubren aproximadamente el 5% del área foliar.
7	Presencia de lesiones grandes con esporulación que cubren aproximadamente el 10% del área foliar. También pueden aparecer lesiones en tallos y ramas. En el follaje, estas lesiones pueden juntarse.
9	Presencia de lesiones grandes con esporulación que cubren aproximadamente el 25% o más del área foliar. Las lesiones de las hojas se juntan con frecuencia causando necrosis de segmentos grandes que suelen desprenderse dejando orificios en las hojas, el resultado es una defoliación prematura y severa. Las lesiones también cubren grandes segmentos del tallo y de las ramas.

Fuente: Schoonhoven y Pastor, 1987

3.3.8.1.2. Número de lesiones por vaina de mancha anillada

Cerca de la madurez fisiológica de la planta se tomaron cinco vainas en las que se contaron el número de lesiones. Se expresó como número de lesiones por vaina.

3.3.8.2. Roya (*Uromyces appendiculatus* (Pers) Unger var.)

3.3.8.2.1. Tipos de reacción (TR)

Las evaluaciones se realizaron cada 15 días a partir de la etapa de desarrollo R6 (Floración) hasta el final de R8 (Llenado de vainas). Se evaluó el tipo de pústula de Roya en cada planta seleccionada de acuerdo a la escala desarrollada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (Schoonhoven y Pastor, 1987) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Escala para la evaluación del tipo de pústula de roya del fréjol (*Uromyces appendiculatus*).

Tipos de infección	Síntomas
1	Sin síntomas visibles de la enfermedad, inmunidad
2	Manchas necróticas sin esporulación
3	Pústulas de 300 µm con esporulación
4	Pústulas con esporulación de 300-500 µm de diámetro a veces redondeados con halos cloróticos
5	Pústulas de esporulación de 500-800 µm de diámetro, frecuentemente rodeada por halos cloróticos
6	Pústulas con esporulación > de 800 µm de diámetro, rodeado por halos cloróticos

Fuente: Schoonhoven y Pastor, 1987

El tipo de reacción (TR) de roya es una variable cualitativa que define la presencia de genes mayores eficientes (tipos de reacción 1, 2,3) y la ausencia de estos genes (tipos de reacción 4, 5, 6).

3.3.8.2.2. Severidad de la enfermedad

Las evaluaciones se realizaron cada 15 días a partir de la etapa de desarrollo R6 (Floración) hasta el final de R8 (Llenado de vainas). Se apreció el área foliar visiblemente cubierta ya sea por manchas necróticas no esporulantes, por pústulas con esporulación, o por halos cloróticos alrededor de estas pústulas. Se expresó en porcentaje.

3.3.8.3. Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magnus))

3.3.8.3.1. Severidad de la enfermedad

Las evaluaciones se realizaron cada 15 días a partir de la etapa de desarrollo R6 (Floración) hasta el final de R8 (Llenado de vainas). La severidad de la enfermedad se evaluó utilizando la escala 1-9, desarrollada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (Schoonhoven y Pastor, 1987) (Cuadro 8).

Cuadro 8. Escala para la evaluación en campo de la resistencia a antracnosis del fréjol (*Colletotrichum lindemuthianum*).

Clasificación	Descripción
1	Sin síntomas visibles de la enfermedad
2	Muy pocas lesiones pequeñas aisladas en la nervadura principal del envés
3	Lesiones pequeñas frecuentes en la nervadura principal del envés
4	Lesiones presentes en la nervadura central y ocasionalmente en las nervaduras secundarias
5	Muchas lesiones esparcidas en la nervadura principal y en las nervaduras secundarias
6	Muchas lesiones pequeñas como se describen en el grado 5 en el haz, el envés, tallos y peciolo
7	Presencia de numerosas lesiones grandes acompañadas por tejido muerto roto, crecimiento reducido de las plantas y muchas lesiones en los tallos y peciolo
8	Muchas lesiones grandes acompañadas por tejido muerto y roto, crecimiento reducido de las plantas y muchas lesiones de los tallos y peciolo
9	Necrosis severa evidente en el 25% o más del tejido de la planta como resultado de lesiones en hojas, peciolo, tallo, ramas e incluso en el punto de crecimiento; esta necrosis causa frecuentemente la muerte de gran parte de los tejidos de la planta.

Fuente: Schoonhoven y Pastor, 1987

3.3.8.3.2. Número de lesiones de antracnosis en la vaina

Cerca de la madurez fisiológica de la planta se tomaron cinco vainas en las que se contaron el número de lesiones. Se expresó como número de lesiones por vaina.

3.3.8.4. Mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferraris)

3.3.8.4.1. Severidad de la enfermedad

Las evaluaciones se realizaron en la etapa de desarrollo R6 (Floración) y en R8 (Llenado de vainas). Se apreció el área foliar visiblemente cubierta por las manchas de la enfermedad. Se expresó en porcentaje.

3.3.9. Variables agronómicas y métodos de evaluación

3.3.9.1. Días a la floración

Número de días transcurridos desde la siembra hasta que los genotipos en estudio presentaron la primera flor abierta. Se expresó en días.

3.3.9.2. Días a la primera vaina

Número de días transcurridos desde la siembra hasta que los genotipos en estudio presentaron la primera vaina que mide más de 2.5 cm de longitud. Se expresó en días.

3.3.9.3. Días a la madurez

Se calculó como días de la siembra que coinciden con la etapa de desarrollo R9, es decir el momento en que al menos una vaina de las plantas mostró un cambio en su coloración (amarillo). Se expreso en días.

3.3.9.4. Rendimiento por planta

Se pesó las semillas de todas las plantas. Se expresó en gramos por planta.

3.3.9.5. Vainas por planta

Se contó el número total de vainas cosechadas por cada planta. Se expresó en número de vainas por planta.

3.3.9.6. Número de granos por vaina

Se contó el número de granos de 10 vainas por planta. Se expresó en número de granos por vaina.

3.3.9.7. Peso de 100 semillas

Utilizando una balanza de precisión se pesó 100 semillas. Se expresó en gramos.

Cuando no se obtuvieron 100 semillas, se contó y pesó todas las semillas y este valor se transformó a peso de 100 semillas.

3.3.9.8. Frecuencia de cada genotipo dentro de la población a la cosecha

Cada planta de la población se cosechó por separado y se calculó la frecuencia de cada genotipo que se encontró en la población. Se expreso en porcentaje.

3.4. EXPERIMENTO 2: EVALUACIÓN DE POBLACIONES DE AGRICULTORES

3.4.1. Factores en estudio

Poblaciones

- p1: Población 2009
- p2: Población 2010
- p3: Población 2011

La población 2009 fue enriquecida con semillas de agricultores con alta diversidad, recolectada en el año 2008 y cultivada en el 2009. La población 2010 consistió de la población 2009 cultivada en el año 2010. La población 2011 consistió de la población 2010 cultivada en el 2011. Las

poblaciones 2009, 2010, 2011 provienen de ciclos expuestos a diferentes condiciones climáticas. La diversidad inicial de genotipos fue colectada en el 2008 y en el enriquecimiento de la diversidad se trató de mantener un balance de los genotipos. Las poblaciones se evaluaron en dos localidades: Cumbas Conde (L1) y Morochos (L2). En las poblaciones se incluyeron frejoles allpas (arbustivos) y chakras (volubles), para el análisis se separó allpas de chakras.

La semilla recolectada proviene de agricultores de las comunidades de Cumbas Conde y Morochos de Cotacachi, Imbabura (Anexo 1).

3.4.2. Tratamientos

Poblaciones

t1: Población allpas 2009

t2: Población de allpas 2010

t3: Población de allpas 2011

t4: Población de chakras 2009

t5: Población de chakras 2010

t6: Población de chakras 2011

3.4.3. Diseño experimental

En este experimento se utilizó un Diseño Completamente al Azar con diferente número de observaciones por genotipo.

Las poblaciones se conformaron de allpas más chakras pero el análisis estadístico se lo realizó por separado.

Para el caso de allpas se tomaron 20 observaciones por cada tratamiento y en chakras de 40 a 42 observaciones.

3.4.4. Unidad experimental

La unidad experimental fue una planta dentro de la población con competencia total.

3.4.5. Análisis estadístico

El esquema del ADEVA se encuentra en los Cuadros 9 y 10

Cuadro 9. Esquema del ADEVA para la evaluación de poblaciones de agricultores de fréjol allpa. Cotacachi, Imbabura. 2012.

Fuente de variación	GL	
	L1	L2
TOTAL	59	43
TRATAMIENTOS (POBLACIÓN)	2	2
ERROR EXP.	57	41
PROMEDIO		
CV (%)		

L1=Cumbas Conde
L2=Morochos

Cuadro 10. Esquema del ADEVA para la evaluación de poblaciones de agricultores de fréjol chakras. Cotacachi, Imbabura. 2012.

Fuente de variación	GL	
	L1	L2
TOTAL	122	123
TRATAMIENTOS (POBLACIÓN)	2	2
ERROR EXP.	120	121
PROMEDIO		
CV (%)		

L1=Cumbas Conde
L2=Morochos

3.4.6. Análisis funcional

Se realizó la prueba de Duncan al 5 % para los factores en estudio que presentaron significancia estadística. Además, se realizó la correlación de Pearson al 5 % y 1 % entre las variables para medir su grado de asociación.

3.4.7. Variables y métodos de evaluación

Se utilizaron las mismas variables descritas en el experimento 1.

3.4.8. Identificación de los genotipos dentro de la población

Cada planta de la población se cosechó por separado y se agrupó en genotipos similares. Utilizando los descriptores para fréjol de Espinoza, 2010. Se procedió a identificar cada genotipo, en forma, color y nombre que le dan los agricultores de las comunidades de Cumbas Conde y Morochos, en Cotacachi. Adicionalmente, las tres poblaciones fueron analizadas de acuerdo a su composición, para ver diferencias dentro de los genotipos.

3.5. EXPERIMENTO 3: EVALUACIÓN DE GENOTIPOS CHAKRAS Y VARIEDADES COMERCIALES EN PARCELAS

3.5.1. Factores en estudio

Genotipos chakras y variedades comerciales

Los genotipos fueron seleccionados del experimento de Espinoza, 2010. Las variedades comerciales **INIAP-412 Toa y Cargamanto** se derivan de un programa de mejoramiento por hibridación, mientras que las variedades **INIAP-426 Siete Colinas, INIAP-421 Bolívar** se obtuvieron de un programa de selección de poblaciones locales de fréjol (Cuadro 11). Una vez seleccionada la semilla se sembró dos surcos de cada genotipo chakra y cinco surcos cada variedad comercial en las localidades de Cumbas Conde (L1) y Morochos (L2).

Cuadro 11. Genotipos chakras y variedades comerciales en parcelas Cotacachi, Imbabura. 2012.

GENOTIPOS CHAKRAS DE COTACACHI		
CÓDIGO	FORMA	COLORES
F12P5	Cuboide	Crema/Morado
F17P1	Cuboide	Crema/Concho de vino
F21P2	Cuboide	Crema
F62P1	Cuboide	Rojo, Rosado/Crema
F39	Cuboide	Crema, Jaspeado morado/Morado
F32P1	Cuboide	Crema, Jaspeado morado claro
F99	Ovalada	Crema, Morado claro/Morado
F42	Cuboide	Blanco, Negro
F72P2	Redondo	Verde oscuro/Verde claro
F71P2	Ovalada	Morado
F26P5	Cuboide	Crema, Morado
F16P3	Ovalada	Crema, Rojo
F30P1	Cuboide	Crema, Morado/Jaspeado morado
F103	Redonda	Café claro
F106	Cuboide	Rosado/Morado oscuro
Variedades comerciales		
Siete colinas	Redondo	Amarillo
Bolivar	Ovalada	Rojo
Toa	Ovalada	Crema, Rojo
Cargamanto	Ovalada	Crema, Rojo

3.5.2. Tratamientos

Los tratamientos se formaron con los 15 genotipos chakras y cuatro variedades comerciales ya mencionadas.

3.5.3. Diseño experimental

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar y se comparó entre localidades con cuatro observaciones en cada uno de los genotipos chakras y cinco observaciones en cada variedad comercial.

3.5.4. Unidad experimental

Una planta dentro de la población con competencia total.

3.5.5. Análisis estadístico

El esquema del ADEVA se presenta en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Esquema del ADEVA para la evaluación de genotipos chakras y variedades comerciales en parcelas. Cotacachi, Imbabura. 2012.

Fuente de variación	GL	
	L1	L2
TOTAL	79	78
TRATAMIENTOS (GENOTIPOS)	18	18
ERROR EXP.	61	60
PROMEDIO		
CV (%)		
L1=Cumbas Conde		
L2=Morochos		

3.5.6. Análisis funcional

Se realizó la prueba de Duncan al 5 % para los factores en estudio que presentaron significancia estadística. Además, se realizó la correlación de Pearson al 5 % y 1% entre las variables para medir su grado de asociación.

3.5.7. Variables y métodos de evaluación

Se evaluó las mismas variables del experimento 1.

3.5.8. Manejo del experimento

3.5.8.1. Selección de semilla por población

Experimento 1. Se seleccionaron genotipos cosechados en el ensayo realizado por Espinoza (2010) (Cuadros 2 y 3).

Experimento 2. La semilla proviene de la cosecha de los agricultores en diferentes ciclos 2009, 2010 y 2011.

Experimento 3. Se seleccionaron genotipos cosechados en el ensayo realizado por Espinoza, (2010) y variedades comerciales (Cuadro 11).

3.5.8.2. Preparación del suelo

La preparación del suelo se realizó un mes antes de la siembra, con base en la técnica local que consiste en dos pasadas de tractor con rastra de discos.

3.5.8.3. Surcado

El surcado se lo realizó con yunta, a una distancia entre surcos de 80 centímetros.

3.5.8.4. Siembra del ensayo

La siembra de las poblaciones de fréjol se realizó en las localidades de Cumbas Conde y Morochos en asociación con maíz; se sembró una semilla de fréjol chakra y tres de maíz en el mismo sitio, a una distancia de 80 centímetros entre plantas; y una semilla de fréjol allpa entre las plantas de maíz.

3.5.8.5. Deshierba del ensayo

Las deshierbas de los ensayos, se realizaron a los 35 días después de la siembra.

3.5.8.6. Aporques

Se realizaron con azadones a los 80 días después de la siembra.

3.5.8.7. Fertilización y Riego

No se realizó la fertilización ni se aplicó el riego durante el ciclo de cultivo.

3.5.8.8. Etiquetado

Esta actividad se realizó inmediatamente después del aporque, con etiquetas plásticas sujetas con piola a las plantas, tomadas al azar para las posteriores evaluaciones.

3.5.8.9. Evaluaciones quincenales

Cada 15 días se realizaron las evaluaciones para cada una de las enfermedades, a partir de R6 (floración) hasta R8 (llenado de vainas).

3.5.8.10. Cosecha

La cosecha se realizó manualmente en forma individual para cada planta en cada población o genotipo, luego se las llevó al laboratorio y se realizó el conteo de vaina/planta, peso total en gramos/planta, granos/vaina, peso de 100 semillas y la identificación de genotipos usando descriptores.

IV. RESULTADOS

4.1. EXPERIMENTO 1: MEZCLA BALANCEADA

4.1.1. Genotipos Allpa

4.1.1.1. Frecuencia de genotipos dentro de la mezcla balanceada

En el (Cuadro 13), se observa la frecuencia de genotipos allpas obtenida después del ciclo de cultivo en Cumbas Conde y Morochos. En Cumbas Conde se cosecharon 9 genotipos de los 10 sembrados, mientras que en Morochos se cosecharon 8 genotipos de los 10 sembrados. El genotipo F10P3 en Cumbas Conde y los genotipos F19P4, F15P1 en Morochos no se cosecharon. En Cumbas Conde, los genotipos F113 (23.1 %) y F19P4 (19.2 %) fueron los más frecuentes, mientras que los genotipos F54P4 y F15P1 con una frecuencia de 3.8 % fueron los menos frecuentes. En Morochos, los genotipos F54P4 y F1P1 fueron los más frecuentes con 22.7 %, al igual que los genotipos F15P3 y F113 con una frecuencia de 18.3 % y los genotipos F3P1, F4P2, F89 y F10P3 fueron los menos frecuentes con 4.5 %.

El genotipo F113 fue el más frecuente en las dos localidades, el genotipo F19P4 fue el más frecuente en Cumbas Conde, sin embargo no se cosechó en Morochos y los genotipos F15P3, F54P4 fueron frecuentes en Morochos pero poco frecuentes en Cumbas Conde.

Cuadro 13. Frecuencia de genotipos de fréjol allpas encontrados en la mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.

Frecuencia de genotipos ¹		
Genotipos	Cumbas Conde ²	Morochos ³
F113	23.1	18.3
F19P4	19.2	-
F3P1	11.6	4.5
F4P2	11.6	4.5
F1P1	11.5	22.7
F15P3	7.7	18.3
F89	7.7	4.5
F54P4	3.8	22.7
F15P1	3.8	-
F10P3	-	4.5

¹ Porcentaje de plantas de cada genotipo dentro de la mezcla balanceada

² La frecuencia fue calculada en 165 plantas

³ La frecuencia fue calculada en 132 plantas

(-) Ausencia de genotipo a la cosecha

4.1.1.2. Evaluación de enfermedades

En el análisis de varianza (Cuadro 14), en Cumbas Conde se observó diferencias altamente significativas para severidad de roya y diferencias significativas para mancha anillada y mancha angular. En Morochos, no se observó significación estadística para severidad de roya, mancha anillada y significancia estadística solo para mancha angular. El coeficiente de variación fue alto para severidad de roya en las dos localidades.

Cuadro 14. ADEVA de enfermedades en la evaluación de genotipos de fréjol allpas que conforman la mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.

F de V	GL		Severidad Roya		Mancha anillada		Mancha angular	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
TOTAL	25	21						
GENOTIPO	8	7	37.14**	0.48ns	2.82*	0.15ns	33.85*	27.16*
ERROR EXP.	17	14	2.94	0.64	0.75	0.46	11.27	13.13
PROMEDIO=			1.73	1.27	5.14	3.47	22.50	15.23
CV (%) =			99.09	63.00	16.84	19.57	14.92	23.79

L1= Cumbas Conde

L2= Morochos

Para el tipo de reacción a roya (TR), (Cuadro 15), todos los genotipos presentaron al menos una planta que no se enfermó (TR1) ó presentaron reacciones de resistencia (TR 2 y 3) en al menos una localidad. En Morochos, todas las plantas de la mayoría de genotipos presentaron reacciones de resistencia (TR 2 y 3) para la población del patógeno de esta localidad. En Cumbas Conde en cambio al menos una planta de los genotipos evaluados presentó reacciones de susceptibilidad (TR 4, 5, 6), a excepción de los genotipos F15P3, F19P4, F3P1, F4P1, F89 y F113 que presentaron reacciones de resistencia.

En el análisis de la prueba de t student, no se observó diferencias estadísticas para severidad de roya entre los promedios de los genotipos de Cumbas Conde y Morochos (Cuadro 15), en la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre genotipos en Cumbas Conde, la severidad de enfermedad en esta localidad varió de 0 – 15 %, la mayoría de genotipos fueron resistentes, y solo los genotipos F54P4 y F15P1 presentaron niveles altos de severidad de roya, compartiendo el último rango. En Morochos los niveles de severidad de roya fueron bajos, variando de 0 – 2 %.

En el análisis de la prueba de t student, no se observó diferencias estadísticas para severidad de mancha anillada entre promedios de los genotipos de Cumbas Conde y Morochos (Cuadro 15), en la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre genotipos solo en Cumbas Conde. En esta localidad se destacaron los genotipos F3P1 y F54P4 que presentaron 3.7 y 4.0 de severidad respectivamente en la escala 1-9. Los genotipos F1P1 y F4P2 también presentaron niveles aceptablemente bajos de la enfermedad con 4.3 y 4.7 de severidad respectivamente, mientras que los genotipos F15P3 y F89 presentaron niveles altos de la enfermedad de 6.5 y 7.0

respectivamente. En Morochos los niveles de enfermedad fueron estadísticamente similares para genotipos, adicionalmente los niveles de enfermedad fueron bajos, por lo que no pudo encontrarse diferencias entre genotipos.

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas para la severidad promedio de mancha angular, siendo estadísticamente mayor en Cumbas Conde (23.2 %) que en Morochos (16.2 %), en la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre genotipos en las dos localidades (Cuadro 15). En Cumbas Conde los genotipos F15P3 y F89 presentaron en promedio 18 % de severidad, compartiendo el primer rango, otros genotipos como F3P1, F4P2, F113 y F1P1 presentaron niveles bajos de la enfermedad, variando entre 20 – 23 %, mientras que los genotipos F54P4 y F15P1 presentaron niveles altos de enfermedad 30 %, compartiendo el último rango. En Morochos, los genotipos F3P1, F15P3, F4P2, F113, F1P1 y F54P4 presentaron niveles bajos de severidad al igual que en Cumbas Conde, por lo que son resistentes en las dos localidades, mientras que el genotipo F10P3 presentó 25 % de severidad, ubicándose en el último rango. Se obtuvo un número muy reducido e inconsistente de lesiones en vaina de mancha anillada, antracnosis y severidad de antracnosis, por lo que no fueron variables confiables para discriminar diferencias entre localidades y genotipos.

Cuadro 15. Análisis de medias, Duncan al 5 %, para enfermedades en la evaluación de los genotipos de fréjol allpas que conforman la mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.

Genotipo ¹	Roya				Mancha anillada		Mancha angular		Frecuencia de Genotipos	
	TR		Sev.(%) ^{ns}		Sev.(Escala 1-9) ^{ns}		Sev.(%) ^{**}		(%)	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
F15P3	1	1,2,4	0.0a	2.0	6.5c	3.5	18.0a	17.5a-c	7.7	18.3
F19P4	1	-	0.0a	-	5.2a-c	-	25.0bc	-	19.2	-
F3P1	1	1	0.0a	0	3.7a	4.0	20.0ab	10.0a	11.6	4.5
F4P2	1	1	0.0a	0	4.7ab	3.0	23.0a-c	15.0ab	11.6	4.5
F89	1	1	0.0a	0	7.0c	4.0	18.0a	20.0bc	7.7	4.5
F113	1,3	1,3	1.7a	1.5	5.5a-c	3.5	22.0ab	13.8ab	23.1	18.3
F1P1	1,3,4	1	3.3a	0	4.3ab	3.4	23.0a-c	14.0ab	11.5	22.7
F54P4	4	1	10.0b	0	4.0a	3.4	30.0c	14.0ab	3.8	22.7
F15P1	4	-	15.0c	-	6.0bc	-	30.0c	-	3.8	-
F10P3	-	1	-	0	-	3.0	-	25.0c	-	4.5
Prom			3.3	1.2	5.2	3.5	23.2	16.2		

¹ Se evaluó seleccionando al azar en la mezcla al menos una planta de cada genotipo

TR= Tipo de reacción

L1= Cumbas Conde; L2=Morochos

(-)= Ausencia de genotipo

t de student: = ns no significativo, * = diferencias estadísticas significativas, ** = diferencias estadísticas altamente significativas.

4.1.1.3. Evaluación agronómica

Cuadro 16. ADEVA de variables agronómicas en la evaluación de genotipos de fréjol allpas que conforman la mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.

CUADRADOS MEDIOS																
F de V	GL		Rendimiento		Vaina/planta		Grano/vaina		Peso 100 semillas		Días floración		Días vaina		Días madurez	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
TOTAL	25	21														
GENOTIPO	8	7	80.44**	15.61*	31.53*	8.66*	1.87*	0.74*	129.37**	160.55**	66.59**	101.18**	68.82**	97.71**	193.93*	133.00**
ERROR EXP.	17	14	17.02	7.24	10.55	3.71	0.68	0.27	7.38	18.38	7.69	7.83	7.85	7.71	54.19	10.50
PROMEDIO=			15.59	9.87	12.69	6.86	4.54	3.95	29.85	40.44	83.78	92.96	97.96	106.79	171.2	162.02
CV (%) =			26.46	27.25	25.59	28.08	18.15	13.17	9.10	10.60	3.31	3.01	2.86	2.60	4.30	2.00
L1= Cumbas Conde																
L2= Morochos																

En el análisis de varianza (Cuadro 16), en Cumbas Conde y Morochos se observó diferencias altamente significativas para rendimiento, peso 100 semillas, días inicio a la floración, días a la formación de la vaina y días a la madurez fisiológica, y diferencias significativas para número de vainas por planta y número de granos por vaina. Los coeficientes de variación fueron bajos para estas variables variando de 2.0 - 28.8 %.

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas para el rendimiento promedio de los genotipos allpa, siendo estadísticamente mayor en Cumbas Conde (15.9 g/planta) que en Morochos (9.1 g/planta). En la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre genotipos en las dos localidades (Cuadro 17). En Cumbas Conde los genotipos F15P1 y F3P1 presentaron el mayor rendimiento 29.5 y 22.3 g/planta, respectivamente, compartiendo el primer rango, mientras que el genotipo F54P4 presentó rendimiento muy bajo de 6 g/planta, ubicándose en el último rango. En Morochos la mayoría de genotipos presentaron buen rendimiento variando de 12.3 - 10.0 g/planta, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F4P2 presentó menor rendimiento 3.5 g/planta, ubicándose en el último rango.

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas para el número promedio de vainas por planta, siendo estadísticamente mayor en Cumbas Conde (11.9 vainas/planta) que en Morochos (5.9 vainas/planta), en la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre genotipos en las dos localidades (Cuadro 17). En Cumbas Conde el genotipo F15P1 presentó 18.0 vainas/planta, ubicándose en el primer rango, otros genotipos como F3P1, F4P2, F113 y F19P4 presentaron buen número de vainas/planta, variando entre 16.0 – 13.2 vainas/planta, mientras que el genotipo F54P4 presentó 4 vainas/planta, ubicándose en el último rango. En Morochos los genotipos F15P3 y F54P4 presentaron 8.5 y 8.2 vainas/planta, respectivamente, compartiendo el primer rango, otros genotipos como F113, F89, F1P1 y F10P3 presentaron buen número de vainas/planta, variando entre 6.6 – 6.0 vainas/planta, mientras que el genotipo F4P2 presentó 2.0 vainas/planta, ubicándose en el último rango. El genotipo F4P2 presentó mayor número de vainas/plantas en Cumbas Conde que en Morochos y el F54P4 presentó mayor número de vainas/planta en Morochos que en Cumbas Conde.

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas para el promedio de granos por vaina, siendo estadísticamente mayor en Cumbas Conde (4.4 granos/vaina) que en Morochos (3.9 granos/vaina), en la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre genotipos en las dos localidades (Cuadro 17). En Cumbas Conde el genotipo F19P4 presentó 5.6 granos/vaina, ubicándose en el primer rango, mientras que otros genotipos como F3P1 y F4P2 presentaron un número bueno de granos por vaina 5.3 – 5.0 granos/vaina, respectivamente, el genotipo F89 presentó 3.5 granos/vaina, ubicándose en el último rango. En Morochos el genotipo F113 presentó 4.5 granos/vaina, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F15P3 presentó 3 granos/vaina, ubicándose en el último rango. Los genotipos F3P1, F4P2, F113 y F54P4 presentaron buen número de granos por vaina, variando entre 5.3 - 4.0 granos/vaina en las dos localidades. En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas para el peso promedio de 100 semillas, siendo estadísticamente mayor en Morochos (39.7 g/100 semillas) que en Cumbas Conde (32.4 g/100 semillas). En la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias

estadísticas entre genotipos en las dos localidades (Cuadro 17). En Cumbas Conde los genotipos F15P1 y F3P1 presentaron tamaños grandes de semilla 41- 41.1 g/100 semillas, respectivamente, compartiendo el primer rango, otros genotipos como F54P4 y F89 presentaron tamaños medianos de 36.5 y 35.9 g/100 semillas, respectivamente, mientras que el genotipo F19P4 presentó tamaño pequeño de 22.4 g/100 semillas. En Morochos el genotipo F1P1 presentó tamaño grande de 50.6 g/100 semillas, ubicándose en el primer rango, otros genotipos como F10P3 y F89 también presentaron tamaños grandes de 47.7 y 44.0 g/100 semillas, respectivamente, mientras que el genotipo F4P2 presentó tamaño pequeño de 25.0 g/100 semillas.

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas para días de inició a la floración, en Cumbas Conde los genotipos allpas iniciaron la floración antes que en Morochos a los 82.4 y 94.1 día, respectivamente (Cuadro 17). En la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre genotipos en las dos localidades. En Cumbas Conde los genotipos F89 y F54P4 iniciaron la floración a los 72 días, compartiendo el primer rango y siendo precoces, mientras que el resto de genotipos presentaron entre 81.3 – 86.0 días, compartiendo el último rango. En Morochos los genotipos F113, F1P1 y F10P3 iniciaron la floración entre 86.8 – 87.0 días, compartiendo el primer rango y siendo precoces, mientras que el resto de genotipos presentaron entre 96 – 99 días, compartiendo en el último rango.

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas para días inició a la formación de la vaina, en Cumbas Conde los genotipos allpas iniciaron la formación de la vaina antes que en Morochos a los 96.5 y 108.1 días, respectivamente (Cuadro 17). En la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre genotipos en las dos localidades. En Cumbas Conde los genotipos F89 y F54P4 iniciaron la formación de vainas a los 86 días, compartiendo el primer rango, mientras que el resto de genotipos iniciaron la formación de vainas a los 95.3 - 100.5 días, compartiendo en el último rango. En Morochos los genotipos F113, F1P1 y F10P3 iniciaron la formación de vainas a los 101 días, compartiendo el primer rango, mientras que el resto de genotipos iniciaron la formación de vainas a los 110 - 113 días, compartiendo el último rango.

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas para días inició a la madurez fisiológica, en Morochos los genotipos allpas iniciaron la madurez fisiológica antes que en Cumbas Conde a los 163.3 y 169.4 días, respectivamente (Cuadro 17). En la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre genotipos en las dos localidades. En Cumbas Conde los genotipos F89 y F54P4 iniciaron la madurez a los 154 días, compartiendo el primer rango, otros genotipos como el F15P1 y F3P1 iniciaron la madurez fisiológica en forma intermedia, con 168 días para los dos genotipos, mientras que el resto de genotipos iniciaron la madurez fisiológica a los 170.3 – 182.0 días, compartiendo el último rango. En Morochos los genotipos F113, F1P1 y F10P3 iniciaron la madurez fisiológica a los 155 días, compartiendo el primer rango, mientras que el resto de genotipos iniciaron la madurez fisiológica a los 165.5 – 169.0 días, compartiendo el último rango.

Cuadro 17. Análisis de medias, Duncan al 5 %, para variables agronómicas en la evaluación de los genotipos de fréjol allpas que conforman la mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.

	Rendimiento**		Vaina/planta**		Grano/vaina**		Peso/100 semillas ^{2**}		Días a la floración**		Días a la vaina**		Días a la madurez**	
	g/p		N°		N°		g		días		días		días	
Gen.	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
F15P1	29.5a	-	18.0a	-	4.0a-c	-	41.0a		86.0b	-	100.0b	-	168.0ab	-
F3P1	22.3ab	6.5ab	11.7a-c	3.0bc	5.3ab	4.0ab	41.1a	40.6bc	86.0b	99.0b	100.3b	113.0b	168.0ab	169.0b
F4P2	21.2bc	3.5b	16.0ab	2.0c	5.0a-c	4.0ab	31.7bc	25.0d	86.0b	99.0b	100.0b	113.0b	182.0b	169.0b
F113	14.8b-d	7.5ab	15.3a-c	6.5ab	4.0a-c	4.5a	25.8de	32.2cd	86.0b	86.8a	100.2b	101.0a	170.3b	155.0a
F89	13.7c-e	11.0a	9.0cd	6.0a-c	3.5c	4.0ab	35.9ab	44.0ab	72.0a	99.0b	86.0a	113.0b	154.0a	169.0b
F19P4	13.1c-e	-	13.2a-c	-	5.6a	-	22.4e	-	86.0b	-	100.2b	-	173.6b	-
F1P1	11.7de	11.2a	10.0b-d	6.6ab	3.7bc	4.2ab	27.0c-e	50.6a	81.3b	86.8a	95.3b	101.0a	172.7b	155.0a
F15P3	11.0de	12.3a	9.5b-d	8.5a	4.5a-c	3.0b	30.0cd	40.2bc	86.0b	96.0b	100.5b	110.0b	182.0b	165.5b
F54P4	6.0e	10.0a	4.0d	8.2a	4.0a-c	4.0ab	36.5ab	37.1bc	72.0a	99.0b	86.0a	113.0b	154.0a	169.0b
F10P3	-	10.5a	-	6.0a-c	-	4.0ab	-	47.7ab	-	87.0a	-	101.0a	-	155.0a
Prom	15.9	9.1	11.9	5.9	4.4	3.9	32.4	39.7	82.4	94.1	96.5	108.1	169.4	163.3

Gen.=Genotipo

L1= Cumbas Conde

L2= Morocho

g/p= gramos/planta

N°= número

g= gramos

(-) Ausencia de genotipos

t de student: ns = no significativo, * = diferencias estadísticas significativas, ** = diferencias estadísticas altamente significativas.

4.1.2. Genotipos chakras

4.1.2.1. Frecuencia de cada genotipo dentro de la mezcla balanceada

En el (Cuadro 18), se observa la frecuencia de genotipos chakras obtenida después del ciclo en Cumbas Conde y Morochos. En Cumbas Conde se cosecharon 13 genotipos de los 15 sembrados, mientras que en Morochos se cosecharon 10 genotipos de los 15 sembrados, los demás genotipos se perdieron en el campo. El genotipo F12P5, F30P1 en Cumbas Conde y los genotipos F62P1, F103, F99, F30P1, F72P2 en Morochos no se cosecharon. El genotipo F71P2 (19.6 %), al igual que el genotipo F32P1 (15.2 %) fueron los más frecuentes en Cumbas Conde; mientras que los genotipos F99 y F72P2, con una frecuencia de 4.3 % fueron los menos frecuentes, al igual que los genotipos F106 y F26P5 con 2.2%. En Morochos el genotipo F54P1 fue el más frecuente con 23.8 % y los genotipos menos frecuentes fueron el F42, F16P3, F21P2, F26P5 y F12P5 con 4.8 %. El genotipo F32P1 fue el más frecuente en las dos localidades, los genotipos F17P1, F54P1, F106 fueron frecuentes en Cumba Conde, pero poco frecuentes en Morochos.

Cuadro 18. Frecuencia de genotipos de fréjol chakras encontrados en la mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.

Frecuencia de genotipos ¹		
Genotipos	Cumbas Conde ²	Morochos ³
F71P2	19.6	7.1
F32P1	15.2	16.6
F62P1	10.9	-
F42	8.7	4.8
F54P1	6.5	23.8
F103	6.5	-
F16P3	6.5	4.8
F17P1	6.5	14.3
F21P2	6.5	4.8
F72P2	4.3	-
F99	4.3	-
F106	2.2	14.3
F26P5	2.2	4.8
F12P5	-	4.8
F30P1	-	-

¹ Porcentaje de plantas de cada genotipo dentro de la mezcla balanceada.

² La frecuencia fue calculada en 350 plantas

³ La frecuencia fue calculada en 290 plantas

(-) Ausencia de genotipo

4.1.2.2. Evaluación de enfermedades

En el análisis de varianza (Cuadro 19), en Cumbas Conde se observó diferencias altamente significativas para mancha angular, lesión/vaina de antracnosis y significancia estadística para severidad de roya. En Morochos se observó diferencias altamente significativas para severidad de roya y diferencias significativas para mancha angular y lesión/vaina de antracnosis, además se observó ausencia de significación estadística para mancha anillada en las dos localidades. El coeficiente de variación es alto para las variables de severidad de roya y lesión/vaina de antracnosis, variando entre 31.31 - 136.7 %.

Cuadro 19. ADEVA de enfermedades en la evaluación de genotipos de fréjol chakras que conforman la mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.

F de V	GL		Severidad Roya		Mancha anillada		Mancha angular		Les/vaina Antr	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
TOTAL	45	42								
GENOTIPO	12	9	195.01*	15.09**	0.34ns	0.15ns	104.86**	41.88*	11.32**	10.4*
ERROR EXP.	33	33	80.09	4.27	0.33	0.37	37.36	18.10	3.44	4.02
PROMEDIO=			28.58	1.51	6.11	4.70	24.57	20.11	4.02	2.54
CV (%) =			31.31	136.7	9.40	12.95	24.88	21.15	46.12	78.80

L1= Cumbas Conde

L2= Morochos

En tipo de reacción (Cuadro 20), en Morochos los genotipos en su mayoría presentaron reacciones de resistencia (TR 1, 2, 3) para la población del patógeno de esta localidad, sin embargo el genotipo F54P1a1 menos una planta presentó susceptibilidad (TR4). En Cumbas Conde todos los genotipos evaluados presentaron cierta variación en el tipo de reacción, de resistencia (TR 1, 2, 3) y susceptibilidad (TR 4, 5, 6).

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas en la severidad promedio de roya, siendo estadísticamente mayor en Cumbas Conde (29.3 %) que en Morochos (1.1 %). En la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre genotipos en las dos localidades (Cuadro 20).

En Cumbas Conde el genotipo F32P1 presentó el 15 % de severidad, ubicándose en el primer rango, otros genotipos como el F26P5, F62P1, F72P2, F54P1, F16P3 y F21P2 presentaron niveles aceptables de severidad, variando entre 20 – 32 % mientras que los genotipos F17P1, F42, F71P2, F106, F103 y F99 presentaron niveles altos de la enfermedad entre 33 – 38 %, compartiendo el último rango. En Morochos la mayoría de genotipos presentaron niveles bajos de severidad de roya entre 0 – 4 % (Cuadro 20).

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas en la severidad promedio de mancha anillada, siendo estadísticamente mayor en Cumbas Conde que en Morochos de 6.1 y 4.7 de severidad, respectivamente, en la escala 1-9 (Cuadro 20). En la prueba de Duncan al 5 %, se observó que en las dos localidades, la severidad de mancha anillada fue estadísticamente similar entre genotipos.

Se obtuvo un número muy reducido e inconsistente de lesiones en vaina de mancha anillada y severidad de antracnosis, por lo que no fueron variables confiables para discriminar diferencias entre genotipos y poblaciones (Cuadro 20).

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas para el promedio de lesión por vaina de antracnosis, siendo estadísticamente mayor en Cumbas Conde (3.8 lesión/vaina de antracnosis) que en Morochos (2.3 lesión/vaina de antracnosis). En la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre genotipos en las dos localidades (Cuadro 20).

En Cumbas Conde el genotipo F21P2 presentó 0.6 lesión/vaina de antracnosis, ubicándose en el primer rango, otros genotipos F54P1, F16P3, F42, F71P2, F106, F103 y F99 presentaron niveles aceptables de enfermedad, variando de 1.0 – 3.9 lesión/vaina de antracnosis, mientras que el genotipo F17P1 presentó 8.8 lesión/vaina de antracnosis, ubicándose en el último rango. En Morochos el genotipo F16P3 presentó 0.2 lesión/vaina de antracnosis, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F106 presentó 4.8 lesión/vaina de antracnosis, ubicándose en el último rango. Los genotipos F26P5, F54P1, F16P3, F21P2 y F71P2 presentaron niveles aceptables de enfermedad, variando de 0.2 – 5.0 lesión/vaina de antracnosis en las dos localidades (Cuadro 20).

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas para la severidad promedio de mancha angular, siendo estadísticamente mayor en Cumbas Conde (24.6 %) que en Morochos (20.9 %). En la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre genotipos en las dos localidades (Cuadro 20).

En Cumbas Conde el genotipo F99 presentó 18 % de severidad, ubicándose en el primer rango, otros genotipos como F72P2 y F62P1 presentaron niveles aceptables de enfermedad, 20 y 29 %, respectivamente, mientras que el genotipo F32P1 presentó 33 % de severidad, ubicándose en el último rango (Cuadro 20). En Morochos los genotipos F54P1, F16P3, F21P2, F17P1, F42, F71P2 y F106 presentaron niveles bajos de severidad al igual que en Cumbas Conde, por lo que son resistentes en las dos localidades, mientras que el genotipo F32P1 presentó 23.6 % de severidad, ubicándose en el último rango.

Cuadro 20. Análisis de medias, Duncan al 5 %, para enfermedades en la evaluación de los genotipos de fréjol chakras que conforman la mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.

Población Chakras	Roya				Mancha anillada		Antracnosis		Mancha angular		Frecuencia de genotipos	
	TR(Escala1-6)		Sev. (%)**		Sev.(Escala 1-9)**		No lesiones**		Sev. (%)**		(%)	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
F32P1	1;4;5;3	1	15.0a	0.0a	5.7	4.6	4.7c	1.5a-c	33.0d	23.6b	15.2	16.6
F26P5	4	1;3	20.0ab	2.5ab	6.0	4.5	5.0a-c	2.3a-c	30.0b-d	22.5ab	2.2	4.8
F62P1	4;5	-	25.0ab	-	5.8	-	5.6c	-	29.0a-d	-	10.9	-
F72P2	4	-	25.0ab	-	6.5	-	4.3bc	-	20.0a-c	-	4.3	-
F54P1	5;4	3;1;4	27.0ab	4.1b	6.3	4.6	3.9a-c	3.6a-c	18.5ab	15.9a	6.5	23.8
F16P3	4	1	27.0ab	0.0a	6.3	4.5	3.5a-c	0.2a	25.0a-d	22.5ab	6.5	4.8
F21P2	5;4	1	32.0ab	0.0a	6.0	5.0	0.6a	1.7a-c	23.0a-d	17.5ab	6.5	4.8
F17P1	5;4	1	33.0b	0.0a	5.7	4.8	8.8d	0.5ab	22.0a-d	22.5ab	6.5	14.3
F42	5;4	1	33.0b	0.0a	6.0	4.5	2.7a-c	3.8bc	22.0a-d	22.5ab	8.7	4.8
F71P2	5;4;6	3;1	34.0b	3.3ab	6.3	4.3	3.1a-c	1.8a-c	21.0a-c	20.0ab	19.6	7.1
F106	5	1;3	35.0b	0.8ab	7.0	4.8	1.0ab	4.8c	20.0a-c	19.2ab	2.2	14.3
F103	5;4	-	37.0b	-	6.0	-	3.1a-c	-	32.0cd	-	6.5	-
F12P5	-	1	-	0.0a	-	5.0	-	2.1a-c	-	22.5ab	-	4.8
F99	5	-	38.0b	-	6.0	-	3.7a-c	-	18.0a	-	4.3	-
F30P1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Prom.			29.3	1.1	6.1	4.7	3.8	2.3	24.6	20.9		

L1= Cumbas conde

L2= Morochos

(-) Ausencia de genotipo

t de student: ns = no significativo, * = diferencias estadísticas significativas, ** = diferencias estadísticas altamente significativas.

4.1.2.3. Evaluación de agronomía

Cuadro 21. ADEVA de variables agronómicas en la evaluación de genotipos de fréjol chakras que conforman la mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.

CUADRADOS MEDIOS																
F de V	GL		Rendimiento		Vaina/planta		Grano/vaina		Peso 100 semillas		Días floración		Días vaina		Días madurez	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
TOTAL	45	42														
GENOTIPO	12	9	416.24**	523.46**	244.34**	176.67**	1.16*	0.60**	278.49**	153.42**	43.03*	17.13ns	43.03*	17.13ns	55.79*	32.92ns
ERROR EXP.	33	33	100.38	80.72	45.25	33.47	0.45	0.22	19.64	28.61	19.60	55.00	19.60	55.00	20.13	54.01
PROMEDIO=			21.33	30.44	15.13	18.42	3.64	4.45	39.78	41.08	137.92	118.28	151.62	132.2	210.64	220.03
CV (%) =			46.97	29.51	44.46	31.41	18.45	10.54	11.14	13.02	3.21	6.27	2.92	5.61	2.13	3.34
L1= Cumbas Conde L2= Morochos																

En el análisis de varianza (Cuadro 21), en Cumbas Conde se observó diferencias altamente significativas para rendimiento, vaina/planta, peso/100 semillas y diferencias significativas para granos/vaina, días inicio a la floración, días a la formación de la vaina y días a la madurez fisiológica. En Morochos se observó diferencias altamente significativas para rendimiento, vaina/planta, granos/vaina, peso 100 semillas y ausencia de significación estadística para días el inicio a la floración, días a la formación de la vaina y días a la madurez fisiológica. Los coeficientes de variación son altos para rendimiento, vainas/planta, variando de 46.97 - 29.51 %, y bajos para las variables granos/vaina, peso/100 semillas, días inicio a la floración, días a la formación de la vaina y días a la madurez fisiológica, variando de 2.92 – 18.45 %.

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas para el rendimiento promedio de los genotipos, siendo estadísticamente mayor en Morochos (31.9 g/planta) que en Cumbas Conde (20.2 g/planta). En la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre genotipos en las dos localidades (Cuadro 22). En Cumbas Conde el genotipo F32P1 presentó el mayor rendimiento (41.4 g/planta), ubicándose en el primer rango, otros genotipos como F106, F16P3, F21P2 y F62P1 presentaron niveles aceptables de rendimiento, variando de 29.0 – 26.7 g/planta, mientras que el genotipo F26P5 presentó rendimiento muy bajo (4.5 g/planta), ubicándose en el último rango. En Morochos el genotipo F71P2 presentó el mayor rendimiento 59.6 g/planta, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F16P3 presentó el menor rendimiento 18.5 g/planta, ubicándose en el último rango. El genotipo F16P3 presentó mayor rendimiento en Cumbas Conde que en Morochos, mientras que el F26P5 presentó mayor rendimiento en Morochos que en Cumbas Conde.

En el análisis de la prueba de t student, no se observó diferencias estadísticas para el número promedio de vainas por planta, siendo estadísticamente similar entre Cumbas Conde y Morochos. En la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre genotipos en las dos localidades (Cuadro 22). Los genotipos evaluados presentaron una correlación positiva entre el promedio de vainas/planta y el promedio del rendimiento en Cumbas Conde (0.94) y en Morochos (0.80). En Cumbas Conde los genotipos F32P1 y F21P2 presentaron 31.3 y 22.7 vainas/planta, respectivamente, compartiendo el primer rango, mientras que los genotipos F71P2 y F26P5 presentaron 7.1 y 5.0 vainas/planta, respectivamente, compartiendo el último rango.

En Morochos el genotipo F71P2 presentó 37 vainas/planta, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F716P3 presentó 9 vainas/planta, ubicándose en el último rango (Cuadro 22). El genotipo F71P2 presentó mayor número de vainas por planta en Morochos que en Cumbas Conde.

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas en el promedio de granos por vaina, siendo estadísticamente mayor en Morochos (4.5 granos/vaina) que en Cumbas Conde (3.6 granos/vaina). En la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre genotipos en las dos localidades (Cuadro 22). En Cumbas Conde el genotipo F103 presentó 5.0 granos/vaina, ubicándose en el primer rango, otros genotipos como F21P2, F17P1, F71P2 y F26P5 presentaron un número bueno de granos por vaina entre 4.2 – 3.8 granos/vaina, mientras que el genotipo F16P3 presentó 2.7 granos/vaina, ubicándose en el último rango. En Morochos los

genotipos F106, F26P5 y F12P5 presentaron 5 granos/vaina, compartiendo el primer rango, otros genotipos como F16P3, F21P2, F54P2 y F71P2 presentaron un número bueno de granos por vaina entre 4.5 – 4.3 granos/vaina, mientras los genotipos F32P1, F17P1 y F42 presentaron entre 4.2 - 4 granos/vaina, compartiendo el último rango.

En el análisis de la prueba de t student, no se observó diferencias estadísticas en el peso promedio de 100 semillas, siendo estadísticamente similar entre Cumbas Conde y Morochos. En la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre genotipos en las dos localidades (Cuadro 22). En Cumbas Conde el genotipo F16P3 presentó un tamaño grande de semilla 63.7 g/100 semillas, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F26P5 presentó un tamaño pequeño de 23.7 g/100 semillas, ubicándose en el último rango.

En Morochos los genotipos F26P5 y F42 presentaron tamaños grandes de semilla 56.3 y 50.3 g/100 semillas, respectivamente, compartiendo el primer rango, mientras que los genotipos F106 y F21P2 presentaron tamaños medianos de 33.8 y 33.6 g/100 semillas, respectivamente. El genotipo F26P5 presentó mayor peso/100 semillas en Morochos que en Cumbas Conde (Cuadro 22).

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas para días de inició a la floración, en Morochos los genotipos chakras iniciaron la floración antes que en Cumbas Conde a los 117.8 y 137.5 días, respectivamente. En la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre genotipos solo en Cumbas Conde (Cuadro 22). En esta localidad los genotipos F16P3 y F103 iniciaron la floración a los 130.7 días, compartiendo el primer rango y siendo precoces, otros genotipos F62P1, F17P1 y F72P2 iniciaron la floración en forma intermedia, variando entre 133.0 – 137.2 días, el resto de genotipos iniciaron la floración a los 140 días, ubicándose en el último rango.

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas en días de inició a la formación de la vaina, en Morochos los genotipos chakras iniciaron la formación de la vainas antes que en Cumbas Conde a los 131.9 y 151.5 días, respectivamente. En la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre genotipos solo en Cumbas Conde (Cuadro 22). En esta localidad los genotipos F16P3 y F103 iniciaron la formación de vainas a los 144.7 días, compartiendo el primer rango, otros genotipos F62P1, F17P1 y F72P2 iniciaron la formación de la vaina en forma intermedia, variando entre 147.0 – 151.2 días, mientras que el resto de genotipos iniciaron la formación de vainas a los 154 días, ubicándose en el último rango.

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas en días de inició a la madurez fisiológica, en Cumbas Conde los genotipos chakras iniciaron la madurez fisiológica antes que en Morochos a los 210.7 y 220 días, respectivamente. En la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre genotipos solo en Cumbas Conde (Cuadro 22). En esta localidad la mayoría de los genotipos iniciaron la madurez fisiológica entre 205 - 210 días, compartiendo el primer rango, mientras que el genotipo F54P2 inició la madurez fisiológica a los 219.3 días, ubicándose en el último rango.

Cuadro 22. Análisis de medias, Duncan al 5 %, para variables agronómicas en la evaluación de los genotipos de fréjol chakras que conforman la mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.

	Rendimiento**		Vaina/planta ns		Grano/vaina**		Peso 100 semillas ns		Días floración**		Días vaina**		Días madurez**	
	g/p		N°		N°		g		días		días		días	
Gen.	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
F32P1	41.4a	37.8bc	31.3a	22.9b	3.6b-d	4.0b	36.5d-f	44.3bc	140.0b	119	154.0b	133	210.0a	220
F106	29.0ab	32.0b-e	17.0bc	18.7bc	3.0cd	5.0a	50.0b	33.8d	140.0b	117.7	154.0b	131.7	210.0a	218.7
F16P3	27.6ab	18.5e	15.7bc	9.0c	2.7d	4.5ab	63.7a	45.6bc	130.7a	120	144.7a	134	205.3a	221
F21P2	26.7ab	23.3c-e	22.7ab	15.0bc	4.0a-c	4.5ab	32.1f	33.6d	140.0b	113	154.0b	127	210.0a	221
F62P1	24.4ab	-	14.6bc	-	3.6b-d	-	43.1b-d	-	137.2ab	-	151.2ab	-	210.0a	-
F17P1	21.5bc	21.0de	16.0bc	13.8bc	4.2ab	4.2b	30.5fg	36.6cd	135.3ab	120	149.3ab	134	219.3b	225.7
F72P2	16.7bc	-	13.0bc	-	3.0cd	-	34.1ef	-	133.0ab	-	147.0ab	-	203.0a	-
F99	16.5bc	-	11.0bc	-	3.0cd	-	45.2bc	-	140.0b	-	154.0b	-	210.0a	-
F42	15.9bc	27.3b-e	11.5bc	16.0b	3.5b-d	4.0b	40.6c-e	50.3ab	140.0b	120	154.0b	134	210.0a	221
F103	15.8bc	-	10.7bc	-	5.0a	-	29.5fg	-	130.7a	-	144.7a	-	210.0a	-
F54P2	11.3bc	23.4c-e	9.7bc	16.1bc	3.0cd	4.4ab	34.2ef	40.1cd	140.0b	118.1	154.0b	132.1	219.3b	219.1
F71P2	10.8bc	59.6a	7.1c	37.0a	3.8a-d	4.3ab	43.9b-d	45.5bc	140.0b	117.7	154.0b	131.7	211.6ab	218.7
F26P5	4.5c	41.4b	5.0c	15.5bc	4.0a-c	5.0a	23.7g	56.3a	140.0b	120	154.0b	134	210.0a	214
F12P5	-	34.8b-d	-	19.0bc	-	5.0a	-	37.8cd	-	113	-	127	-	221
F30P1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Prom.	20.2	31.9	14.3	18.3	3.6	4.5	39	42.4	137.5	117.8	151.5	131.9	210.7	220

Gen.= Genotipo

L1= Cumbas Conde

L2= Morochos

g/p= gramos/planta

N°= número

g= gramos

(-) Ausencia de genotipos

t de student: ns = no significativo, * = diferencias estadísticas significativas, ** = diferencias estadísticas altamente significativas.

4.1.2.4. Análisis de correlación

En el Cuadro 23, se observó que el rendimiento se correlacionó de forma altamente significativa con el número de vainas/planta en Cumbas Conde (0.94) y en Morochos (0.90).

Cuadro 23. Correlaciones entre variables fitopatogénicas y agronómicas de genotipos de fréjol chakras que conforman la mezcla balanceada. Cotacachi, Imbabura. 2012.

	Sev. Roya		Mancha anillada		Mancha angular		Les/vaina Antr.		Rendimiento		Vainas/planta		N° grano/vaina	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
Sev. Roya														
Mancha anillada	0.26ns	-0.51ns												
Mancha angular	-0.52ns	-0.55ns	-0.52ns	-0.17ns										
Les/vaina Antr.	-0.31ns	0.31ns	-0.57ns	0.02ns	0.19ns	-0.43ns								
Rendimiento	-0.26ns	0.45ns	-0.09ns	-0.46ns	0.28ns	0.13ns	-0.09ns	0.10ns						
Vainas/planta	-0.36ns	0.42ns	-0.23ns	-0.38ns	0.30ns	-0.07ns	-0.07ns	0.11ns	0.94**	0.90*				
Grano/vaina	0.16ns	0.12ns	-0.52ns	0.37ns	0.56ns	-0.13ns	0.18ns	0.25ns	-0.17ns	0.10ns	-0.06ns	-0.16		
Peso/100 S (g)	0.15ns	-0.24ns	-0.18ns	-0.22ns	0.16ns	-0.3ns	0.06ns	-0.05	0.07ns	0.04ns	0.15ns	-0.2ns	-0.22ns	-0.17ns

L1= Cumbas Conde
L2= Morochos

4.2. EXPERIMENTO 2: EVALUACIÓN DE POBLACIONES DE AGRICULTORES

4.2.1. Genotipos Allpa

4.2.1.1. Frecuencia de genotipo allpas

En el (Cuadro 24), se observa la frecuencia de genotipos obtenida después del ciclo de cultivo para las poblaciones allpas de los ciclos 2009, 2010 y 2012 en Cumbas Conde y Morochos.

En Morochos hubo mayor sobrevivencia de los genotipos dentro de cada población.

El genotipo F1P1, fue común y frecuente dentro de las poblaciones de las dos localidades, Cumbas Conde y Morochos, el genotipo F3P1 también fue común dentro de las poblaciones de las dos localidades pero poco frecuente. En Morochos los genotipos F86, F10P3, F70P2, F54P4, F9P2, F2P1 y F113, fueron comunes en todas las poblaciones pero con menor frecuencia. El resto de genotipos está presente en al menos una población de una localidad.

Cuadro 24. Frecuencia de genotipos de fréjol allpas encontrados en las poblaciones de agricultores. Cotacachi, Imbabura. 2012.

Frecuencia de genotipos ¹						
Gen.	(L1)Pob 2009	(L1)Pob 2010	(L1)Pob 2011	(L2)Pob 2009	(L2)Pob 2010	(L2)Pob 2011
F1P1	86.4	39.1	53.6	18.7	64.0	36.6
F87	10.2	-	3.2	11.8	-	0.8
F85	-	-	1.1	-	-	0.8
F3P1	0.8	16.9	13.8	17.8	12.6	9.9
F86	-	26.9	5.2	0.9	7.4	5.3
F10P3	0.8	1.2	-	0.9	1.1	0.8
F15P1	-	-	-	-	-	0.8
F43P1	-	1.2	-	-	-	-
F8	0.8	-	1.1	1.8	-	-
F70P2	-	3.7	6.2	3.8	2.5	1.5
F5P1	0.8	-	-	-	1.7	2.3
F89	-	-	-	0.9	-	1.5
F54P4	-	-	1.1	0.9	0.8	14.5
F90	-	-	-	-	-	1.5
F15P3	-	-	-	0.9	-	9.9
F9P2	-	1.2	3.1	0.9	3.3	3.0
F2P1	-	-	-	8.9	1.7	1.5
F19	-	-	1.1	1.8	-	0.8
F69	-	-	1.1	-	0.8	-
F114	-	-	-	14.4	-	-
F115	-	2.4	5.3	-	1.7	-
F12P2	-	1.2	-	0.9	-	-
F9P3	-	4.9	3.2	9.7	-	7.6
F10P4	-	-	-	0.9	-	-
F113	-	1.2	1.1	3.8	2.5	0.8

L1= Cumbas Conde

L2= Morochos

¹ Porcentaje de plantas de cada genotipo dentro de cada población de agricultores.

4.2.1.2. Evaluación de enfermedades

En el análisis de la varianza (Cuadro 25), en Cumbas Conde se observó diferencias altamente significativas para mancha anilla y diferencia significativa para mancha angular, en Morochos se observó ausencia de significación estadística para todas las variables de enfermedades. Los coeficientes de variación fueron altos para las variables de enfermedades evaluadas en Cumbas Conde y Morochos, variando entre 17.46 – 138.82 %.

Cuadro 25. ADEVA de enfermedades en la evaluación de poblaciones de fréjol allpas. Cotacachi, Imbabura. 2012.

CUADROS MEDIOS								
F de V	GL		Severidad roya		Mancha anillada		Mancha angular	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
TOTAL	59	43						
POBLACIONES	2	2	16.25ns	6.63ns	3.72**	0.83ns	260.0*	7.68ns
ERROR EXP.	57	41	30.83	3.67	0.58	0.40	69.67	16.07
PROMEDIO=			3.99	0.91	3.57	3.62	13.25	12.38
CV (%) =			138.82	210.66	21.28	17.46	63.00	32.37

L1= Cumbas Conde

L2= Morochos

Las poblaciones de allpas evaluadas presentaron variación en el tipo de reacción (Cuadro 26). La población 2009 presentó solo reacciones de resistencia (TR 1, 2, 3) en las dos localidades, al igual que las poblaciones 2010 y 2011 en Morochos; mientras que en Cumbas Conde la población 2010 y 2011 presentaron TR (1, 2, 3, 4, 5) con resistencia y susceptibilidad. En la población 2009 aparentemente existe resistencia a toda la población de roya de Cumbas Conde.

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas para la severidad promedio de roya, siendo estadísticamente mayor en Morochos (4.1 %) que en Cumbas Conde (0.5 %). En la prueba de Duncan al 5 %, no se observó diferencias estadísticas entre poblaciones en las dos localidades, las poblaciones presentaron niveles de severidad a roya estadísticamente similares (Cuadro 26). Aunque no se observó diferencias entre poblaciones, en Cumbas Conde, la población 2011 presentó diferencias dentro de los genotipos evaluados (Anexo 2). En esta población el genotipo F88 presentó 0 % de severidad, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F54P4 presentó 20 % de severidad, ubicándose en el último rango. Las poblaciones 2009 y 2010 también presentaron variación de severidad de roya entre genotipos, pero estas diferencias no fueron estadísticamente diferentes (Anexo 2).

En el análisis de la prueba de t student, no se observó diferencias estadísticas en la severidad promedio de mancha anillada, siendo estadísticamente similar entre Cumbas Conde y Morochos. En la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre poblaciones en Cumbas

Conde, la población 2009 obtuvo estadísticamente menor severidad de mancha anillada que las poblaciones 2010 y 2011. En Morochos no se observó diferencias estadísticas, los promedios fueron estadísticamente similares entre poblaciones (Cuadro 26). La severidad de mancha anillada fue estadísticamente similar dentro de los genotipos evaluados en las poblaciones de las dos localidades, Cumbas Conde y Morochos.

En el análisis de la prueba de t student, no se observó diferencias estadísticas para la severidad promedio de mancha angular, siendo estadísticamente similar entre Cumbas Conde y Morochos. En la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre poblaciones en Cumbas Conde, la población 2011 obtuvo estadísticamente menor severidad de mancha angular que las poblaciones 2009 y 2010, mientras que en Morochos los promedios fueron estadísticamente similares entre poblaciones (Cuadro 26). Se observó diferencias estadísticas en los genotipos evaluados de la población 2009 y 2010 de Cumbas Conde (Anexo 2). En la población 2009 se observó que el genotipo F87 presentó 11 % de severidad, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F3F1 presentó 25 % de severidad, ubicándose en el último rango. En la población 2010 se observó que el genotipo F12P2 presentó 0 % de severidad, ubicándose en el primer rango, mientras que los genotipos F3P1 y F9F3 presentaron 20 y 22 % de severidad, respectivamente, ubicándose en el último rango. En la población 2011 se observó variación en la severidad de mancha angular entre genotipos, pero estas diferencias no fueron estadísticamente diferentes. En Morochos solo la población 2010 presentó diferencias estadísticas entre genotipos. En esta población los genotipos F113, F3P1, F88 y F2P1 presentaron entre 5 – 10 % de severidad, ubicándose en el primer rango, mientras que genotipo F1P1 presentó 22.5 % de severidad, ubicándose en el último rango.

Cuadro 26. Análisis de medias, Duncan al 5 %, para enfermedades en la evaluación de poblaciones de fréjol allpas. Cotacachi, Imbabura. 2012.

Población	Roya				Mancha anillada		Mancha angular		N° genotipos	
	TR Escala (1-6)		Sev. (%)**		Sev. Escala (1-9) ^{ns}		Sev (%) ^{ns}			
Allpas	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
2009	1;3	1;3	3.8	1.6	3.4a	3.9	18.3b	13.3	3	7
2010	1;4;3	1	1.4	0	4.0b	3.7	11.8ab	11.7	6	7
2011	1;4;5;3	1;3	7.0	0.4	3.5ab	3.3	10.8a	12.2	5	7
Promedio			4.1	0.7	3.6	3.6	13.6	12.4		

L1= Cumbas Conde

L2= Morochos

t de student: ns = no significativo, * = diferencias estadísticas significativas, ** = diferencias estadísticas altamente significativas entre localidades.

4.2.1.3. Evaluación agronómica

En el análisis de la varianza (Cuadro 27), en Morochos se observó diferencias estadísticas solo para peso de 100 semillas y ausencia de significancia para las demás variables en Cumbas Conde y

Morochos. Los Coeficientes de variación fueron altos para rendimiento, vainas/planta en las dos localidades, variando de 39.97 – 71.90 % y fueron bajos para las variables granos/vaina, peso de 100/semillas, días de inicio a la floración, días a la formación de vaina y días a la madurez fisiológica, variando de 2.37 – 21.92 %.

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas en el rendimiento promedio, siendo estadísticamente mayor en Cumbas Conde (7.6 g/planta) que en Morochos (5.3 g/planta). En la prueba de Duncan al 5 %, no se observó diferencias estadísticas entre poblaciones en las dos localidades, las poblaciones presentaron un rendimiento estadísticamente similar (Cuadro 28). Aunque no se observó diferencias entre poblaciones, en Cumbas Conde sola la población 2010 presentó diferencias estadísticas dentro de los genotipos evaluados (Anexo 3). En esta población el genotipo F43P1 presentó 12.5 g/planta, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F12P2 presentó 2.1 g/planta, ubicándose en el último rango.

En Morochos las poblaciones presentaron diferencias estadísticas dentro de los genotipos evaluados (Anexo 3). En la población 2009 se observó que el genotipo F88 presentó 13 g/planta, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F2P1 presentó 1.5 g/planta, ubicándose en el último rango. En la población 2010 se observó que el genotipo F86 presentó 6.6 g/planta, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F3P1 presentó 1.8 g/planta, ubicándose en el último rango. En la población 2011 se observó que el genotipo F1P1 presentó 8.5 g/planta, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F9P3 presentó 3.2 g/planta, ubicándose en el último rango.

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas en el número promedio de vainas por planta, siendo estadísticamente mayor en Cumbas Conde (7 vainas/planta) que en Morochos (4.5 vainas/planta). Los genotipos evaluados presentaron una correlación positiva entre el promedio de vainas/planta y el promedio del rendimiento en Cumbas Conde (0.95) y en Morochos (0.83). En la prueba de Duncan al 5 %, no se observó diferencias estadísticas entre poblaciones en las dos localidades, las poblaciones presentaron vainas por planta estadísticamente similares (Cuadro 28). Aunque no se observó diferencias entre poblaciones, en Cumbas Conde la población 2010 presentó diferencias estadísticas dentro de los genotipos evaluados (Anexo 3). En esta población el genotipo F43P1 presentó 15 vainas/planta, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F12P2 presentó 2 vainas/planta, ubicándose en el último rango. Las poblaciones 2009 y 2011 también presentaron variación en el número de vainas/planta entre genotipos, pero estas diferencias no fueron estadísticamente diferentes.

En Morochos las poblaciones presentaron diferencias estadísticas dentro de los genotipos evaluados (Anexo 3). En la población 2009 se observó que el genotipo F88 presentó 9 vainas/planta, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F2P1 presentó 2 vainas/planta, ubicándose en el último rango. En la población 2010 se observó que el genotipo F86 presentó 4.3 vainas/planta, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F3P1 presentó 1.5 vainas/planta, ubicándose en el último rango. En la población 2011 se observó que los

genotipos F1P1 y F86 presentaron 8 vainas/planta, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F9P3 presentó 1 vaina/planta, ubicándose en el último rango.

En el análisis de la prueba de t student, no se observó diferencias estadísticas para el número promedio de granos por vaina, siendo estadísticamente similar entre Cumbas Conde (3.6 granos/vaina) y Morochos (3.8 granos/vaina). En la prueba de Duncan al 5 %, no se observó diferencias estadísticas entre poblaciones en las dos localidades, las poblaciones presentaron granos por vaina estadísticamente similares (Cuadro 28). Aunque no se observó diferencias estadísticas entre poblaciones, la población 2011 de Morochos presentó diferencias dentro de los genotipos evaluados (Anexo 3). En esta población el genotipo F86 presentó 6 granos/vaina, ubicándose en el primer rango, mientras que los genotipos F1P1, F87, F9F3, F88, F54P4 y F15P3 presentaron entre 4.2 - 3 granos/vaina, ubicándose en el último rango.

En el análisis de la prueba de t student, no se observó diferencias estadísticas en el peso promedio de 100 semillas, siendo estadísticamente similar entre Cumbas Conde y Morochos. En la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre poblaciones en Morochos, la población 2011 obtuvo estadísticamente mayor peso/100 semillas que las poblaciones 2009 y 2010 (Cuadro 28). Se observó diferencias estadísticas dentro de los genotipos evaluados en las dos localidades (Anexo 3). En Cumbas Conde en la población 2009, los genotipos F87 y F1P1 presentaron 36.5 y 32.2 g/100 semillas, respectivamente, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F3F1 presentó 27.1 g/100 semillas, ubicándose en el último rango. En la población 2010 los genotipos F3P1 y F1P1 presentaron 34.1 y 32.1 g/100 semillas respectivamente, ubicándose en el primer rango, mientras que los genotipos F88 y F43P1 presentaron 24.2 y 23.2 g/100 semillas, respectivamente, ubicándose en el último rango. En la población 2011 el genotipo F54P4 presentó 40 g/100 semillas, ubicándose en el primer rango, mientras que los genotipos F1P1, F9P3, F3P1 y F88 presentaron entre 34.2 - 30.1 g/100 semillas, ubicándose en el último rango.

En Morochos en la población 2009, se observó que los genotipos F3P1, F88 y F114 presentaron entre 35 - 33.8 g/100 semillas, ubicándose en el primer rango, mientras que los genotipos F1P1, F87 y F113 presentaron entre 26.4 - 25 g/100 semillas, ubicándose en el último rango. En la población 2010 el genotipo F9P2 presentó 38.5 g/100 semillas, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F1P1 presentó 19.5 g/100 semillas, ubicándose en el último rango. En la población 2011 el genotipo F86 presentó 42.9 g/100 semillas, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F87 presentó 29.6 g/100 semillas, ubicándose en el último rango (Anexo 3).

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas en días de inicio a la floración, en Morochos las poblaciones de allpas iniciaron la floración antes que en Cumbas Conde a los 76.3 y 80.6 días, respectivamente. En la prueba de Duncan al 5 %, no se observó diferencias estadísticas entre poblaciones (Cuadro 27), tampoco se observó diferencias estadísticas dentro de los genotipos de las poblaciones de Cumbas Conde y Morochos (Anexo 4).

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas en días de inició a la formación de la vaina, en Morochos las poblaciones de allpas iniciaron la formación de vainas antes que en Cumbas Conde a los 90.5 y 94.7 días, respectivamente. En la prueba de Duncan al 5 %, no se observó diferencias estadísticas entre poblaciones (Cuadro 27), tampoco se observó diferencias estadísticas dentro de los genotipos de las poblaciones de Cumbas Conde y Morochos (Anexo 4).

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas en días de inició a la madurez fisiológica, en Cumbas Conde las poblaciones de allpas iniciaron la madurez fisiológica antes que en Morochos a los 142.4 y 145.1 días, respectivamente. En la prueba de Duncan al 5 %, no se observó diferencias estadísticas entre poblaciones (Cuadro 27), tampoco se observó diferencias estadísticas dentro de los genotipos de las poblaciones de Cumbas Conde y Morochos (Anexo 4).

Cuadro 27. ADEVA de variables agronómicas, en la evaluación de poblaciones de fréjol allpas. Cotacachi, Imbabura. 2012.

CUADRADOS MEDIOS																
F de V	GL		Rendimiento		Vaina/planta		Grano/vaina		Peso 100 semillas		Días floración		Días vaina		Días madurez	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
TOTAL	59	43														
POBLACIÓN	2	2	3.07ns	14.34ns	2.62ns	11.16ns	1.55ns	0.53ns	52.59ns	73.13*	3.27ns	4.64ns	1.35ns	3.41ns	28.8ns	18.9ns
ERROR EXP.	57	41	33.59	4.77	20.90	4.36	0.66	0.64	19.76	21.58	7.05	9.63	8.57	7.08	23.24	11.79
PROMEDIO=			8.06	5.46	6.83	4.55	3.71	3.87	32.70	32.35	80.22	76.25	94.13	90.50	133.54	144.88
CV (%) =			71.94	39.97	66.9	45.92	21.92	20.66	13.59	14.36	3.31	4.07	3.11	2.94	3.61	2.37

L1= Cumbas Conde
L2= Morochos

Cuadro 28 Análisis de medias, Duncan al 5 %, para variables agronómicas, en la evaluación de poblaciones de fréjol allpas. Cotacachi, Imbabura. 2012.

Población	Rendimiento**		Vaina/planta**		Grano/vaina ^{ns}		Peso 100 semillas ^{ns}		Días floración**		Días vaina**		Días madurez**		N° de genotipos	
	g		N°		N°		g		días		días		días			
	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
Allpas																
2009	7.3	5.9	6.7	5.4	3.3	3.7	31.9	29.9ab	82.2	76.8	96.1	91	141.9	145.3	3	7
2010	7.6	3.8	7.5	3.2	4.1	3.7	28.4	31.3b	79.5	75	93.8	89.4	142.1	143.3	6	7
2011	7.9	6.1	6.8	4.8	3.6	4	34	35.3a	80.2	77	94.2	91.2	143.2	146.8	5	7
Promedio	7.6	5.3	7	4.5	3.6	3.8	31.4	32.2	80.6	76.3	94.7	90.5	142.4	145.1		

L1= Cumbas Conde

L2= Morochos

g/p= gramos/planta

N°= número

g= gramos

t student: ns = no significativo, * = diferencias estadísticas significativas, ** = diferencias estadísticas altamente significativas.

4.2.1.4. Análisis de correlación

En el cuadro 29, se observó que el rendimiento se correlaciono en forma altamente significativa con el número de vainas/planta en Cumbas Conde (0.95) y en Morochos (0.83). En las demás variables no se encontró correlación lo que indica que no hay asociación entre las variable, cada una es independiente.

Cuadro 29. Correlaciones entre variables fitopatogénicas y agronómicas de genotipos de fréjol allpas que conforman la población de diferentes orígenes. Cotacachi, Imbabura. 2012.

	Sev. Roya		Mancha anillada		Mancha angular		Rendimiento		Vainas/planta		Nº Grano/Vaina	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
Sev. Roya												
Mancha anillada	-0.34ns	-0.08ns										
Mancha angular	0.43ns	-0.40ns	-0.62ns	0.15ns								
Rendimiento	0.04ns	0.53ns	-0.78ns	-0.15ns	0.56ns	0.06ns						
Vainas/planta	-0.22ns	0.37ns	-0.72ns	-0.01ns	0.36ns	0.06ns	0.95**	0.83**				
Grano/vaina	-0.67ns	-0.03ns	0.74ns	-0.02ns	-0.62ns	0.31ns	-0.4ns	0.28ns	-0.22ns	-0.11ns		
Peso 100 S (g)	0.43ns	0.09ns	-0.14ns	-0.04ns	0.15ns	0.09ns	0.27ns	0.01ns	-0.48ns	-0.48ns	-0.37ns	-0.54ns
L1=Cumbas Conde												
L2=Morochos												

4.2.2. Genotipos Chakras

4.2.2.1. Frecuencia de genotipos chakras

En el Cuadro 30, se observa la frecuencia de genotipos obtenida después del ciclo de cultivo para las poblaciones chakras de los ciclos 2009, 2010 y 2012 en Cumbas Conde y Morochos.

En la población 2009 de Morochos hubo mayor sobrevivencia de los genotipos; mientras que en Cumbas Conde, en la población 2010 y 2011 hubo mayor sobrevivencia de los genotipos.

Los genotipos F21P3, F21P2 y F91 fueron comunes y frecuentes dentro de las poblaciones de las dos localidades, Cumbas Conde y Morochos, los genotipos F13P2, F95, F54P1, F17P2, F63P2, F38P1 y F100 también fueron comunes dentro de las poblaciones de las dos localidades pero poco frecuentes. En Cumbas Conde los genotipos F14P1, F63P3, F22P1, F93, F33, F112, F16P3, F57P2 y en Morochos los genotipos F12P5, F106, F94, F45P2 fueron comunes en las tres poblaciones. El resto de genotipos está presente en al menos una población de una localidad.

Cuadro 30. Frecuencia de genotipos de fréjol encontrados en las tres poblaciones chakras de agricultores. Cotacachi, Imbabura. 2012.

Fen.	Frecuencia de genotipos ¹					
	(L1)Pob 2009	(L1)Pob 2010	(L1)Pob 2011	(L2)Pob 2009	(L2)Pob 2010	(L2)Pob 2011
F21P3	19.9	14.5	14.2	6.5	12	1.1
F14P1	12.8	9.3	5	4.5	9.5	-
F21P2	11.7	17.9	18.6	23	18.7	7.7
F91	6.8	6.6	5.3	4.5	2.8	1.1
F13P2	6	1	0.3	0.6	1.1	2.2
F63P3	5.3	1.7	0.9	4.5	-	-
F95	4.6	3.8	2.4	1.7	0.7	1.1
F54P1	4.6	3.8	0.6	1.9	1.8	5.5
F22P1	4.3	2.1	13.3	3.2	6	-
F93	3.6	0.6	0.3	0.3	-	-
F42	3.2	-	0.3	0.3	0.7	-
F30P1	2.8	-	-	0.6	-	-
F17P2	2.1	1	5.3	1	6.7	3.3
F33	1.8	0.3	0.6	0.3	-	0.5
F16P2	1.4	1.4	-	2.3	1.1	-
F20	1.1	-	0.6	0.3	-	-
F63P2	1.1	5.9	0.3	11.5	1.8	0.5
F112P1	1.1	1	0.3	-	-	-
F64	0.7	0.3	-	-	-	-
F12P5	0.7	-	1.2	0.6	2.1	2.2
F17P1	0.4	-	-	-	-	3.3
F72P2	0.4	-	-	0.3	-	3.3
F38P1	0.4	3.8	3.5	3.9	4.9	2.2
F71P2	0.4	2.1	-	0.6	-	2.7
F16P3	0.4	0.3	1.2	0.6	-	-
F103	0.4	-	-	1.3	-	3.8
F56P1	0.4	-	0.3	-	-	-
F110	0.4	-	-	-	-	-
F106	0.4	-	-	0.3	1.1	7.7
F77P1	0.4	-	0.6	0.3	-	0.5
F57P2	0.4	0.7	1.5	-	1.8	2.7
F100	0.4	0.3	0.3	1	7.5	4.4
F92	-	-	-	0.6	-	2.7
F94	-	5.2	-	3.6	0.7	2.2
F58P1	-	-	-	-	-	0.5
F62P1	-	-	-	-	-	2.7
F84P2	-	0.3	-	-	-	-
F79P1	-	-	-	0.3	-	-
F25P1	-	2.8	-	-	0.7	-
F107	-	-	-	0.3	-	1.1
F32P1	-	1.4	-	1.6	-	18
F60P1	-	-	-	0.6	-	8.2
F29F3	-	-	3.8	-	1.4	-
F59P1	-	-	-	0.6	-	-
F92	-	2.4	0.3	7.4	2.5	-
F18P1	-	-	0.3	0.6	0.4	-

Continuación Cuadro 30...

F102	-	1	0.3	0.3	-	-
F27P1	-	0.7	-	0.6	-	-
F104	-	0.7	-	-	0.4	-
F55P3	-	-	-	0.3	-	-
F61	-	-	-	0.3	-	-
F107	-	0.3	-	-	0.4	6.6
F99	-	-	-	-	-	0.5
F110	-	-	0.9	1	-	0.5
F73	-	0.7	9.1	0.3	2.1	-
F115	-	-	0.3	-	-	-
F46P2	-	0.7	1.2	-	0.4	-
F98	-	-	1.2	0.6	-	-
F6P1	-	0.3	0.6	1.5	-	-
F45P2	-	1.7	1.8	1.3	5.7	1.1
F104P1	-	0.7	-	-	-	-
F107	-	0.3	-	-	-	-
F18P4	-	1	2.1	0.3	3.9	-
F53P2	-	-	-	1	-	-
F112P1	-	0.3	-	-	-	-

L1= Cumbas Conde

L2 = Morochos

(-)= Ausencia de genotipos

Genotipos comerciales: F14P1 y F18P4

4.2.2.2. Evaluación de enfermedades

En el análisis de la varianza (Cuadro 31), en Cumbas Conde se observó diferencias significativas para mancha angular y ausencia de significación estadística para severidad de roya, mancha anillada y lesión/vaina de antracnosis. En Morochos se observó alta significancia estadística para mancha anillada, mancha angular y lesión/vaina de antracnosis y ausencia de significación estadística para severidad de roya. Los coeficientes de variación en las variables de enfermedades evaluadas en las poblaciones de las dos localidades fueron altos, variando entre 13.29 – 174.93 %.

Cuadro 31. ADEVA para enfermedades, en la evaluación de poblaciones de fréjol chakras. Cotacachi, Imbabura. 2012.

CUADRADOS MEDIOS										
F de V	GL		Severidad Roya		M. Anillada		Mancha angular		Les/vaina Antr	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
TOTAL	122	123								
POBLACIONES	2	2	35.37ns	11.91ns	1.47ns	14.55**	282.66*	645.95**	0.10ns	4.40**
E. EXP.	120	121	51.92	7.80	0.54	0.38	75.84	18.00	0.21	0.30
PROM=			10.77	1.59	4.57	4.64	22.64	17.30	1.21	1.58
CV (%) =			66.89	174.93	16.09	13.29	38.46	24.53	37.88	34.68

L1= Cumbas Conde

L2= Morochos

Las poblaciones de chakras evaluadas presentaron variación en el tipo de reacción (Cuadro 32), en Morochos se observó que la población 2009 y 2011 presentaron solo tipo de reacción de resistencia (TR1, 2, 3), y la población 2010 presentó tipo de reacción de resistencia (TR 1, 2, 3) y susceptibilidad (TR 4); mientras que en Cumbas Conde todas las poblaciones evaluadas presentaron variación en el tipo de reacción (TR 1, 2, 3, 4, 5).

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas en la severidad promedio de roya, siendo estadísticamente menor en Morochos (0.9 %) que en Cumbas Conde (11.7 %). En la prueba de Duncan al 5 %, no se observó diferencias estadísticas entre poblaciones en las dos localidades, las poblaciones presentaron niveles de severidad a roya estadísticamente similares (Cuadro 32). Aunque no se observó diferencias entre poblaciones, en Cumbas Conde se observó diferencias estadísticas dentro de los genotipos de las tres poblaciones (Anexo 5). En la población 2009 se observó que los genotipos F13P2 y F93 presentaron 0 % de severidad, ubicándose en el primer rango, mientras que los genotipos F91, F33, F54P1, F42, F14P1 y F110 presentaron entre 13 – 20 % de severidad, ubicándose en el último rango. En la población 2010 se observó que los genotipos F84P2, F32P1, F45P21 y F107 presentaron 5 % de severidad, ubicándose en el primer rango, mientras que los genotipos F26P5 y F102 presentaron 18 % de severidad, ubicándose en el último rango. En la población 2011 se observó que los genotipos F22P1, F12P5 y F38P1 presentaron 5 % de severidad, ubicándose en el primer rango, mientras que el F29P3 presentó 23 % de severidad, ubicándose en el último rango. En Morochos las poblaciones 2009, 2010 y 2011 también presentaron variación en la severidad de roya entre genotipos, pero estas diferencias no fueron estadísticamente diferentes (Anexo 5).

En el análisis de la prueba de t student, no se observó diferencias estadísticas en la severidad promedio en mancha anillada, siendo estadísticamente similar entre Cumbas Conde y Morochos. En la prueba de Duncan al 5 %, no se observó diferencias estadísticas entre poblaciones en Cumbas Conde, las poblaciones presentaron niveles de severidad de mancha anillada estadísticamente similares, mientras que en Morochos la población 2010 presentó estadísticamente menor severidad de mancha anillada que la población 2009 y 2011 (Cuadro 32). Se observó diferencias estadísticas entre genotipos solo en la población 2010 de Morochos (Anexo 6). En esta localidad se observó que los genotipos F13P2, F21P2 y F14P1 presentaron niveles de severidad de (3.5 - 3.8 en la escala 1-9), ubicándose en el primer rango, mientras que los genotipos F106 y F91 presentaron niveles de severidad de (6.0 en la escala 1-9), ubicándose en el último rango.

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas para la severidad promedio en mancha angular, siendo estadísticamente menor en Morochos (17.3 %) que en Cumbas Conde (22.7 %). En la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre poblaciones en Cumbas Conde, la población 2011 estadísticamente obtuvo menor severidad que la población 2009 y 2010; mientras que en Morochos la población 2010 estadísticamente presentó menor severidad que la población 2009 y 2011 (Cuadro 32). Se observó diferencias estadísticas entre genotipos en las poblaciones de Cumbas Conde y Morochos (Anexo 6). En Cumbas Conde en la población 2009, se observó que el genotipo F33 presentó 10 % de severidad, ubicándose en el

primer rango, mientras que el genotipo F20 presentó 30 % de severidad, ubicándose en el último rango. En la población 2010 se observó que los genotipos F32P1 y F38P1 presentaron 20 % de severidad, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F63P2 presentó 40 % de severidad, ubicándose en el último rango. En la población 2011 se observó que el genotipo F45P2 presentó 5 % de severidad, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F45P1 presentó 45 % de severidad, ubicándose en el último rango.

En Morochos en la población 2009 se observó que los genotipos F79P1, F54P1 y F14P1 presentaron 10 % de severidad, ubicándose en el primer rango, mientras que los genotipos F93, F18P1, F30P1 y F55P3 presentaron 25 % de severidad, ubicándose en el último rango. En la población 2010 se observó que los genotipos F17P2, F95 y F106 presentaron 10 % de severidad, ubicándose en el primer rango, mientras que los genotipos F91, F12P5, F38P1 y F104 presentaron 20 % de severidad, ubicándose en el último rango. En la población 2011 se observó que el genotipo F21P2 presentó 15 % de severidad, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F17P2 presentó 27.5 % de severidad, ubicándose en el último rango (Anexo 6).

En análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas en el promedio de lesión por vaina de antracnosis, siendo estadísticamente menor en Cumbas Conde (0.6 lesión/vaina de antracnosis) que en Morochos (2.1 lesión/vaina de antracnosis). En la prueba de Duncan al 5 %, no se observó diferencias estadísticas entre poblaciones en Cumbas Conde, las poblaciones presentaron que el número de lesión/vaina de antracnosis fue estadísticamente similar, mientras que en Morochos las poblaciones 2010 y 2011 estadísticamente se enferman menos que la población 2009 (Cuadro 32). Se observó diferencias estadísticas entre genotipos en la población 2009 y 2011 en Morochos y en la población 2011 de Cumbas Conde (Anexo 6).

En Morochos en la población 2009, se observó que los genotipos F91, F79P1, F63P2, F55P3 y F61 presentaron entre 0 - 0.8 lesión/vaina de antracnosis, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F100 presentó 14.1 lesión/vaina, ubicándose en el último rango. En la población 2011 se observó que los genotipos F17P1, F21P2, F63P2 y F71P2 presentaron entre 0 - 0.4 lesión/vaina, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F95 presentó 7.2 lesión/vaina, ubicándose en el último rango. En Cumbas Conde en la población 2011, se observó que la mayoría de genotipos presentaron entre 0 - 1.2 lesión/vaina, ubicándose en el primer rango, mientras que los genotipos F57P1 y F18P4 presentaron 3.4 y 4.8 lesión/vaina de antracnosis respectivamente, ubicándose en el último rango (Anexo 6).

Cuadro 32. Análisis de medias, Duncan al 5 %, para enfermedades en la evaluación de poblaciones de fréjol chakras. Cotacachi, Imbabura. 2012.

Población	Roya				Mancha anillada		Antracnosis		Mancha angular		N° de genotipos	
Chakras	TR Escala (1-6)		Sev. (%)**		Sev. Escala (1-9)^{ns}		No lesiones**		Sev (%)**			
	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
2009	5;1;4;3	1,3	11.2	1	4.2	4.4b	0.6	4.0b	21.9ab	17.2b	13	21
2010	4;3;1;5	1,3,4	11.4	1	4.6	4.1a	0.7	0.8a	25.6b	13.4a	17	16
2011	4;3;5;1;2	1,3	12.6	0.8	4.8	5.4c	0.6	1.4a	20.6a	21.3c	17	16
Promedio			11.7	0.9	4.5	4.6	0.6	2.1	22.7	17.3		

L1= Cumbas Conde

L2= Morochos

t de student: ns = no significativo, * = diferencias estadísticas significativas, ** = diferencias estadísticas altamente significativas

4.2.2.3. Evaluación agronómica

En el análisis de la varianza (Cuadro 33), en Cumbas Conde se observó diferencias altamente significativas para rendimiento, vaina/planta, peso de 100 semillas, días inicio a la floración, días a la formación de la vaina y ausencia de significación estadística para granos/vaina y días a la madurez fisiológica. En Morochos se observó alta significación estadística para rendimiento, vaina/planta, días a la madurez fisiológica y ausencia de significación estadística para granos/vaina, peso/100 semillas, días inicio a la floración y días a la formación de la vaina. Los coeficientes de variación fueron bajos para las variables agronómicas, variando entre 2.48 – 66.07 %.

En análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas en el rendimiento promedio, siendo estadísticamente mayor en Cumbas Conde (25.6 g/planta) que en Morochos (17.1 g/planta). En la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre poblaciones en las dos localidades. En Cumbas Conde la población 2010 estadísticamente obtuvo mayor rendimiento que las poblaciones 2009 y 2011, mientras que en Morochos la población 2011 estadísticamente obtuvo mayor rendimiento que las poblaciones 2009 y 2010 (Cuadro 34). Se observó diferencias estadísticas dentro de los genotipos evaluados en las poblaciones de las dos localidades (Anexo 7). En Cumbas Conde en la población 2009, se observó que el genotipo F54P1 presentó un rendimiento de 34.3 g/planta, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F91 presentó un rendimiento de 5.3 g/planta, ubicándose en el último rango. En la población 2010 se observó que los genotipos F21P3, F63P3 y F107 presentaron entre 58.4 - 51.8 g/planta, ubicándose en el primer rango, mientras que los genotipos F98, F57P1, F84P2 y F54P1 presentaron entre 14 - 12 g/planta, ubicándose en el último rango. En la población 2011 se observó que los genotipos F45P1 y F54P1 presentaron 52.5 y 44.5 g/planta respectivamente, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F33 presentó 5.5 g/planta, ubicándose en el último rango.

En Morochos en la población 2009, se observó que el genotipo F30P1 presentó 39 g/planta, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F93 presentó 4.5 g/planta, ubicándose en el último rango. En la población 2010 se observó que el genotipo F63P3 presentó 48.5 g/planta, ubicándose en el primer rango, mientras que los genotipos F12P5, F106 y F91 presentaron entre 5.5 - 3 g/planta, ubicándose en el último rango. En la población 2011 se observó que el genotipo F54P1 presentó 35.1 g/planta, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F95 presentó 8 g/planta, ubicándose en el último rango (Anexo 7).

En análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas para el número promedio de vainas por planta, siendo estadísticamente mayor en Cumbas Conde (14.7 vainas/planta) que en Morochos (10.1 vainas/planta). Los genotipos evaluados presentaron una correlación positiva entre el promedio de vainas/planta y el promedio del rendimiento en Cumbas Conde (0.88) y en Morochos (0.89). En la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre poblaciones en las dos localidades. En Cumbas Conde la población 2010 estadísticamente obtuvo mayor número de vainas/planta que las poblaciones 2009 y 2011, mientras que en Morochos la

población 2011 estadísticamente obtuvo mayor vainas/planta que las poblaciones 2009 y 2010 (Cuadro 34). Se observó diferencias estadísticas dentro de los genotipos evaluados en las poblaciones de las dos localidades (Anexo 7). En Cumbas Conde en la población 2009, se observó que el genotipo F20 presentó 23 vainas/planta, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F91 presentó 3 vainas/planta, ubicándose en el último rango. En la población 2010 se observó que los genotipos F32P1 y F21P3 presentaron 35 y 32.4 vainas/planta respectivamente, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F84P2 presentó 5 vainas/planta, ubicándose en el último rango. En la población 2011 se observó que el genotipo F45P1 presentó 31 vainas/planta, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F45P2 presentó 5 vainas/planta, ubicándose en el último rango. En Morochos en la población 2009, se observó que el genotipo F54P1 presentó 19 vainas/planta, ubicándose en el primer rango, mientras que los genotipos F14P1, F93, F79P1, F16P2, F18P1 y F55P3 presentaron entre 6 – 4 vainas/planta, ubicándose en el último rango. En la población 2010 se observó que el genotipo F63P3 presentó 28 vainas/planta, ubicándose en el primer rango, mientras que los genotipos F91 y F106 presentaron 3 vainas/planta, ubicándose en el último rango. En la población 2011 se observó que el genotipo F17P1 presentó 20 vainas/planta, ubicándose en el primer rango, mientras que los genotipos F13P2, F94 y F95 presentaron entre 6 – 4 vainas/planta, ubicándose en el último rango.

En análisis de la prueba de t student, no se observó diferencias estadísticas para el promedio de granos/vaina, siendo estadísticamente similar entre Cumbas Conde y Morochos (Cuadro 34). En la prueba de Duncan al 5 %, no observó diferencias estadísticas entre poblaciones en las dos localidades, sin embargo en Cumbas Conde, la población 2009, y en Morochos la todas las poblaciones presentaron diferencias estadísticas entre genotipos (Anexo 8). En Cumbas Conde en la población 2009, se observó que el genotipo F100 presentó 6 granos/vaina, ubicándose en el primer rango, mientras que los genotipos F91 y F20 presentaron 3 granos/vaina, ubicándose en el último rango. En Morochos en la población 2009, se observó que el genotipo F91 presentó 5.3 granos/vaina, ubicándose en el primer rango, mientras que los genotipos F63P3, F79P1 y F55P3 presentaron 3 granos/vaina, ubicándose en el último rango. En la población 2010 se observó que los genotipos F22P1, F45P2 y F104 presentaron entre 5.2 - 5 granos/vaina, ubicándose en el primer rango, mientras que los genotipos F63P3, F12P5, F17P2, F63P2, F38P1 y F91 presentaron 3 granos/vaina, ubicándose en el último rango. En la población 2011 se observó que el genotipo F106 presentó 5.5 granos/vaina, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F13P2 presentó 3.5 granos/vaina, ubicándose en el último rango.

En análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas en el peso promedio de 100 semillas, siendo estadísticamente mayor en Cumba Conde (45.8 g/100 semillas) que en Morochos (42.2 g/100 semillas). En la prueba de Duncan al 5 %, en Cumbas Conde se observó que la población 2009 obtuvo estadísticamente mayor peso/100 semillas que la población 2010 y 2011, mientras que en Morochos las poblaciones presentaron promedios similares (Cuadro 34). Aunque no se observó diferencias entre poblaciones, en Morochos se observó diferencias estadísticas dentro de los genotipos al igual que en Cumbas Conde (Anexo 8). En Cumbas Conde en la población

2009, se observó que el genotipo F63P3 presentó tamaño grade semilla 74.6 g/100 semillas, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F13P2 presentó tamaño mediano de 33.6 g/100 semillas, ubicándose en el último rango. En la población 2010 se observó que el genotipo F25P1 presentó tamaño grande de semilla 58.9 g/100 semillas, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F54P1 presentó tamaño mediano de 30.4 g/100 semillas, ubicándose en el último rango. En la población 2011 se observó que el genotipo F14P1 presentó tamaño grande de semilla 62.4 g/100 semillas, ubicándose en el primer rango, mientras que los genotipos F12P5 y F33 presentaron tamaño mediano de 27.8 y 27.5 g/100 semillas, ubicándose en el último rango. En Morochos en la población 2009, se observó que el genotipo F103 presentó tamaño grande de semilla 62.1 g/100 semillas, ubicándose en el primer rango, mientras que los genotipos F61 y F22P1 presentaron tamaño mediano de 29.1 y 28.8 g/100 semillas, respectivamente. En la población 2010 se observó que los genotipos F63P2 y F91 presentaron tamaño grande de semilla 62.7 y 61.1 g/100 semillas, respectivamente, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F106 presentó tamaño mediano de 27.3 g/100 semillas, ubicándose en el último rango. En la población 2011 se observó que el genotipo F94 presentó tamaño grande de semilla 73.1 g/100 semillas, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F21P2 presentó tamaño mediano de 32.1 g/100 semillas, ubicándose en el último rango (Anexo 8).

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas en días de inició a la floración, en Morochos las poblaciones de chakras iniciaron la floración antes que en Cumbas Conde a los 120.7 y 127.8 días, respectivamente. En la prueba de Duncan al 5 %, en Cumbas las poblaciones 2009 y 2011 obtuvieron estadísticamente menores días a la floración, siendo más precoces que la población 2010, mientras que en Morochos las poblaciones presentaron promedios similares (Cuadro 34). No se observó diferencias estadísticas dentro de los genotipos de las poblaciones de Cumbas Conde y Morochos (Anexo 9).

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas en días de inició a la formación de la vaina, en Morochos las poblaciones de chakras iniciaron la formación de la vaina antes que en Cumbas Conde a los 134.5 y 142.5 días, respectivamente. En la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre poblaciones en Cumbas Conde, las poblaciones 2009 y 2011 obtuvieron estadísticamente menores días a la formación de la vaina, siendo más precoces que la población 2010, mientras que en Morochos las poblaciones presentaron promedios similares (Cuadro 34). No se observó diferencias estadísticas dentro de los genotipos de las poblaciones de Cumbas Conde y Morochos (Anexo 9).

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas en días de inició a la madurez fisiológica, en Cumbas Conde las poblaciones de chakras iniciaron la madurez fisiológica antes que en Morochos a los 209.5 y 214.9 días, respectivamente. En la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre poblaciones en Morochos, la población 2009 obtuvo estadísticamente menores días a la madurez fisiológica que la población 2010 y 2011, mientras que en Cumbas Conde las poblaciones presentaron promedios similares (Cuadro 34). No se observó diferencias estadísticas dentro de los genotipos de las poblaciones de Cumbas Conde y Morochos.

Cuadro 33. ADEVA de variables agronómicas, en la evaluación de poblaciones de fréjol chakras. Cotacachi, Imbabura. 2012.

F de V	GL		Rendimiento		Vaina/planta		Grano/vaina		Peso 100 semillas		Días floración		Días vaina		Días madurez	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
TOTAL	122	123														
POBLACIÓN	2	2	3248.34**	628.56**	848.52**	255.32**	0.54ns	1.77ns	1143.76**	76.4ns	584.01**	75.48ns	819.62**	68.58ns	44.58ns	175.07**
ERROR EXP.	120	121	330.23	91.93	90.63	27.49	0.55	0.62	87.87	70.70	55.15	42.33	61.39	47.41	26.61	31.87
PROMEDIO=			27.50	17.83	14.82	10.85	4.17	4.28	45.93	41.94	127.16	12184	141.68	135.54	208.00	215.47
CV (%) =			66.07	53.78	64.23	48.31	17.77	18.41	20.41	20.05	5.84	5.34	5.53	5.08	2.48	2.62
L1= Cumbas Conde L2= Morochos																

Cuadro 34. Análisis de medias, Duncan al 5 %, para variables agronómicas, en la evaluación de poblaciones de fréjol chakras. Cotacachi, Imbabura. 2012.

Población	Rendimiento**		Vaina/planta**		Grano/vaina ns		Peso 100 semillas**		Días floración**		Días vaina**		Días madurez**		N° de genotipos	
	g		N°		N°		g		días		días		días			
	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
Chakras																
2009	20.5b	16.9b	11.2b	9.8b	4.1	4.1	50.8a	42.4	127.3a	121.1	141.5a	135.1	207.2	212.4a	13	21
2010	32.4a	14.0b	19.1a	7.8c	4.3	4.2	44.7b	43.9	132.8b	118.7	147.8b	132.8	213.9	215.3b	17	16
2011	23.9ab	20.3a	13.7b	12.7a	4.2	4.4	41.9c	40.3	124.2a	122.3	138.1a	135.5	207.5	217.1b	17	16
Prom.	25.6	17.1	14.7	10.1	4.2	4.2	45.8	42.2	128.1	120.7	142.5	134.5	209.5	214.9		

L1= Cumbas Conde

L2= Morochos

g/p= gramos/planta

N°= número

g= gramos

t student: ns = no significativo, * = diferencias estadísticas significativas, ** = diferencias estadísticas altamente significativas.

4.2.2.4. Análisis de correlación

En el Cuadro 35, se observó que el rendimiento se correlacionó en forma altamente significativa con el número de vainas por planta en Cumbas Conde (0.88) y en Morochos (0.89).

En Cumbas Conde en la variable mancha angular se observó significancia estadística y correlación negativa con el rendimiento (-0.43) y número de vainas por planta (-0.48); por lo tanto cuando mancha angular incrementa las variables de rendimiento y vaina/planta disminuyen.

Cuadro 35. Correlaciones entre variables fitopatogénicas y agronómicas de genotipos de fréjol chackas que conforman la población de agricultores. Cotacachi, Imbabura. 2012.

	Sev. Roya		Mancha anillada		Mancha angular		Les/vaina Antr.		Rendimiento		Vainas/planta		N° Grano/Vaina	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
Sev. Roya														
M. anillada	0.16ns	-0.12ns												
M. angular	-0.40*	-0.19ns	-0.15ns	0.40*										
Les/vaina Antr.	0.16ns	0.29ns	0.19ns	-0.23ns	-0.17ns	-0.06ns								
Rendimiento	0.07ns	-0.26ns	-0.04ns	0.13ns	-0.43*	0.13ns	-0.14ns	-0.03ns						
Vainas/planta	-0.04ns	-0.19ns	0.10ns	0.18ns	-0.48*	0.14ns	-0.19ns	-0.01ns	0.88**	0.89**				
Grano/vaina	0.05ns	0.03ns	-0.22ns	0.16ns	-0.04ns	0.10ns	-0.10ns	0.16ns	0.12ns	0.34ns	-0.13ns	0.15ns		
Peso 100 S (g)	0.03ns	-0.14ns	0.20ns	0.19ns	0.06ns	0.17ns	-0.13ns	-0.05ns	0.07ns	0.46ns	0.19ns	0.29ns	-0.07ns	-0.29ns

L1=Cumbas Conde
L2=Morochos

4.2.2.5. Identificación de genotipos dentro de la las tres poblaciones

En el Anexo 10, se presentan las identificaciones de los genotipos de Cotacachi evaluados en Cumbas Conde y Morochos. Se observó una gran diversidad fenotípica de fréjol en cuanto a forma y color, lo que demuestra la riqueza que poseen los agricultores de las zonas. Existen genotipos similares en cuanto a color y forma, pero que difieren en su hábito de crecimiento y lugar de origen.

4.3. EXPERIMENTO 3: EVALUACIÓN DE GENOTIPOS CHAKRAS Y VARIEDADES COMERCIALES EN PARCELAS

4.3.1. Evaluación de enfermedades

Para este estudio se evaluaron quince genotipos chakras de Cotacachi y cuatro variedades comerciales (INIAP-412 Toa, INIAP-421 Bolívar, INIAP-426 Siete Colinas y Cargamanto) en Cumbas Conde y Morochos. En el análisis de la varianza (Cuadro 36), se estableció diferencias altamente significativas para todas las variables de enfermedades.

Los coeficientes de variación fueron altos para severidad de roya, mancha angular y lesión/vaina de antracnosis en las dos localidades, variando entre 23.93 – 164.63 %, sin embargo para mancha anillada el coeficiente de variación fue bajo de 10.10 % en Cumbas Conde y 16.56 % en Morochos.

Cuadro 36. ADEVA de enfermedades, en la evaluación de genotipos de fréjol chakras y variedades comerciales. Cotacachi, Imbabura. 2012.

CUADRADOS MEDIOS										
F de V	GL		Severidad Roya		Mancha anillada		Mancha angular		Les/vaina Antr	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
TOTAL	79	78								
GENOTIPO	18	18	1124.84**	39.64**	1.36**	1.13**	106.16**	314.27**	19.31**	62.11**
ERROR EXP.	61	60	40.9	8.54	0.32	0.56	18.42	40.75	5.07	25.67
PROMEDIO=			22.19	2.02	5.60	4.52	17.93	16.77	1.37	3.96
CV (%) =			28.82	144.3	10.10	16.56	23.93	38.06	164.63	127.81
L1=Cumbas Conde										
L2=Morochos										

Para tipo de reacción a roya (Cuadro 37), solo el genotipo F32P1 y las variedades comerciales Bolívar, Cargamanto y Toa fueron resistentes a roya en las dos localidades. En Cumbas Conde solo los genotipos F32P1, F16P3 y las variedades comerciales (Bolívar, Cargamanto, Toa) presentaron reacciones de resistencia (TR1,3), la mayoría de genotipos y la variedad Siete Colinas presentaron reacciones de susceptibilidad (TR 4, 5, 6). En Morochos en cambio la mayoría de genotipos presentaron reacciones de resistencia (TR 1,3), a excepción de los genotipos F103, F106, F54P1, F99, F26P5 que al menos una planta presentó reacciones de susceptibilidad (TR 4,5).

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas en la severidad promedio de roya, siendo estadísticamente menor en Morochos (2.1 %) que en Cumbas Conde (23.3 %). En la prueba de Duncan al 5 %, en las dos localidades se observó diferencias estadísticas entre genotipos (Cuadro 37). En Morochos los niveles de severidad de roya fueron bajos, variando de 0 - 12.5 %, mientras que en Cumbas Conde varió de 0 - 43.8 %, los genotipos F32P1, F16P3 y las variedades Bolívar, Cargamanto, Toa, Siete Colinas presentaron entre 0 – 9 %, compartiendo el

primer rango, mientras que los genotipos F54P1, F99 y F26P5 presentan niveles altos de severidad entre 41.3 - 43.8 %, compartiendo el último rango. El genotipo F32P1 y las variedades Bolívar, Toa, no presentaron enfermedad en las dos localidades siendo resistentes a roya.

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas en la severidad promedio de mancha anillada, siendo estadísticamente mayor en Cumbas Conde (5.6) que en Morochos (4.6) en la escala 1-9. En la prueba de Duncan al 5 %, en las dos localidades, la severidad de mancha anillada fue estadísticamente diferente entre genotipos (Cuadro 37). En Cumbas Conde, Toa y el genotipo F54P1 presentaron severidad de 4.6 y 4.8 respectivamente, compartiendo en el primer rango, otros genotipos como F42, F103, Cargamanto y Siete Colinas, presentan niveles aceptables de enfermedad variando entre 5.0 – 5.2 , mientras que el genotipo F21P2 presentó el nivel más alto de enfermedad (6.5), ubicándose en el último rango. En Morochos el genotipo F54P1 y Toa presentaron el nivel más bajo de (4.8), compartiendo el primer rango, otros genotipos como F32P1, F21P2, F62P1, F42, F106, F30P1 y F54P1 presentan niveles aceptables de enfermedad variando entre 4.4 – 4.8, mientras que la variedad Cargamanto presentó el nivel más alto de enfermedad (5.8), ubicándose en el último rango. El genotipo F17P1 y la variedad Toa, presentaron niveles bajos de severidad de mancha anillada variando entre 3.8 – 4.8 en las dos localidades. Los genotipos F72P2 y F21P2 presentaron menor severidad en Morochos y mayor severidad de la enfermedad en Cumbas Conde.

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas en el promedio de lesión/vaina de antracnosis, siendo estadísticamente menor en Cumbas Conde (1.8 lesión/vaina) que en Morochos (4.1 lesión/vaina). En la prueba de Duncan al 5 %, en las dos localidades, la severidad de lesión por vaina de antracnosis fue estadísticamente diferente entre genotipos (Cuadro 37). En Cumbas Conde los genotipos F61P3, F17P1, F21P2, F42, entre otros, presentaron de 0 - 0.3 lesión/vaina, compartiendo el primer rango, mientras que el genotipo F62P1 presentó nivel más alto 9.1 lesión/vaina, ubicándose en el último. En Morochos la mayoría de genotipos presentaron entre 0 - 6.9 lesión/vaina de antracnosis, compartiendo el primer rango, mientras que el genotipo F16P3 presentó el nivel más alto de enfermedad 14.8 lesión/vaina, ubicándose en el último rango. Los genotipos F16P3 y F106 presentaron menor lesión/vaina en Cumbas Conde y mayor lesión/vaina en Morochos. Además el genotipo P62P1 se enferma más en Cumbas Conde que en Morochos.

En el análisis de la prueba de t student, no se observó diferencias estadísticas en la severidad promedio de mancha angular, siendo estadísticamente similar entre Cumbas Conde y Morochos. En la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre genotipos en las dos localidades (Cuadro 37). En Cumbas Conde la variedad Cargamanto presentó 11 % de severidad, ubicándose en el primer rango, otros genotipos como F42, F71P2, F106, F30P1, F54P1, F26P5, Bolívar y Siete Colinas presentaron niveles aceptables de enfermedad, variando entre 12.5–16.3 %, mientras que el genotipo F32P1 presentó el nivel más alto de severidad 28.8 %, ubicándose en el último. En Morochos la variedad Bolívar, presentó 1 % de severidad, ubicándose en el primer rango, mientras que el genotipo F32P1 presentó el nivel más alto de severidad 37.5 %, ubicándose en el último rango, este genotipo presentó niveles altos de severidad en las dos localidades. Los

genotipos F16P3 y F21P2 presentaron mayor severidad de mancha angular en Cumbas Conde que en Morochos.

Cuadro 37. Análisis de medias, Duncan al 5 %, para enfermedades en la evaluación de genotipos de fréjol chakras y variedades comerciales. Cotacachi, Imbabura. 2012.

Población	Roya				Mancha anillada		Antracnosis		Mancha angular	
	TR(Escala1-6)		Sev.(%)**		Sev. (Escala1-9)**		No lesiones**		Sev.(%) ^{ns}	
Chakras	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
F32P1	1	1	0.0a	0.0a	6.0c-e	4.3ab	1.3ab	6.9a	28.8g	37.5g
F16P3	3;1	1;3	6.3a	2.5a-c	6.0c-e	5.3bc	0.3a	14.8b	20.0c-e	11.3bc
F17P1	4	1	18.8b	0.0a	4.8a	3.8a	0.0a	0.0a	21.3d-f	22.5d-f
F21P2	5;4;3	1	21.3bc	0.0a	6.5e	4.3ab	0.6ab	5.9a	23.8e-g	11.3bc
F72P2	4;5	1;3	25.0b-d	1.3ab	6.3de	4.8a-c	2.1ab	5.8a	27.5fg	30.0fg
F62P1	5;4	1	27.5b-e	0.0a	5.5a-d	4.5ab	9.1c	6.0a	21.3d-f	18.8c-e
F12P5	4;5	1;3	30.0c-f	1.3ab	5.5a-d	4.3ab	4.0b	4.1a	18.8b-e	26.3ef
F42	5;4;6	1;3	30.0c-f	1.3ab	5.2a-c	4.3ab	0.3a	2.1a	13.8a-c	16.3c-e
F71P2	5	1;3	33.8d-g	2.5a-c	6.0c-e	5.3bc	0.5ab	3.3a	15.0a-d	17.5c-e
F103	5;4	1;3;5	36.3e-g	2.5a-c	5.2a-c	4.8a-c	2.8ab	1.6a	20.0c-e	22.5d-f
F106	5	1;4;3	37.5fg	5.0bc	5.5a-d	4.3ab	0.3a	8.3ab	13.8a-c	21.3c-f
F30P1	5;4;6	1	38.8fg	0.0a	5.8b-e	4.5ab	0.0a	1.5a	12.5ab	17.5c-e
F54P1	5;6	4	41.3g	12.5d	4.8a	4.5ab	1.4ab	3.7a	12.5ab	13.8b-d
F99	5;4	1;4	42.5g	3.8a-c	6.0c-e	4.8a-c	3.0ab	6.9a	16.3a-d	17.5c-e
F26P5	5;4	3;4;5	43.8g	6.3c	6.3de	4.5ab	1.0ab	6.9a	13.8a-c	12.5b-d
Bolívar	1	1	0.0a	0.0a	6.0c-e	3.8a	0.0a	0.0a	16.0a-d	1.0a
Cargamanto	1	1;3	0.0a	1.3ab	5.2a-c	5.8c	0.3a	0.0a	11.0a	3.8ab
Toa	1	1	0.0a	0.0a	4.6a	3.8a	0.3a	0.0a	21.0d-f	13.0b-d
Siete colinas	3;4	1	9.0a	0.0a	5.0ab	4.8a-c	0.1a	0.0a	16.0a-d	11.0bc
Promedio			23.3	2.1	5.6	4.6	1.8	4.1	18.1	17.1

L1= Cumbas Conde

L2= Morochos

t de student: ns = no significativo, * = diferencias estadísticas significativas, ** = diferencias estadísticas altamente significativas.

4.3.2. Evaluación de variables agronómicas

En el análisis de varianza (Cuadro 38), en Cumbas Conde y Morochos se observó alta significancia estadística para todas las variables agronómicas. Los coeficientes de variación fueron altos para rendimiento/planta, vaina/planta en las dos localidades, variando entre 47.08 – 58.22 %, mientras que fueron bajos para granos/vaina, peso de 100 semillas, días inicio a la floración, días a la formación de la vaina y días a la madurez fisiológica, variando entre 2.14 – 23.5 %.

Cuadro 38. ADEVA de variables agronómicas, en la evaluación de genotipos de fréjol chakras y variedades comerciales. Cotacachi, Imbabura. 2012.

CUADRADOS MEDIOS																
F de V	GL		Rendimiento		Vaina/planta		Grano/vaina		Peso/100 semillas		Días floración		Días vaina		Días madurez	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
TOTAL	79	78														
FENOTIP	18	18	784.27**	1172.90**	295.85**	386.57**	2.1**	1.85ns	605.17**	370.85**	673.44**	389.44**	683.79**	377.73**	412.48**	1736.97**
ER. EXP.	61	60	243.86	279.05	123.31	72.79	0.41	1.05	13.88	19.28	22.49	24.83	20.08	22.64	18.96	41.81
PROM=			33.17	28.69	20.41	15.67	4.16	4.36	41.91	43.26	131.37	120.65	145.49	134.41	203.47	212.00
CV (%) =			47.08	58.22	54.40	54.44	15.40	23.50	8.89	10.15	3.61	4.13	3.08	3.54	2.14	3.05

L1= Cumbas Conde

L2= Morochos

g/p= gramos/planta

N°= número

g= gramos

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas en el rendimiento promedio, siendo estadísticamente mayor en Cumbas Conde (33.1 g/planta) que en Morochos (29.5 g/planta). En la prueba de Duncan al 5 %, en las dos localidades, el rendimiento fue estadísticamente diferente entre genotipos (Cuadro 39). En Cumbas Conde el genotipo F17P1 presentó 66.3 g/planta, ubicándose en el primer rango, otros genotipos como F62P1 y F99 presentaron 56.8 y 43.6 g/planta respectivamente, considerándose niveles aceptables de rendimiento, mientras que el genotipo F26P5 presentó el rendimiento más bajo (2.9 g/planta), ubicándose en el último rango. En Morochos los genotipos F32P1, F17P1 y F72P2 presentaron entre 56.5 - 55.5 g/planta, compartiendo el primer rango, otros genotipos como F62P1, F71P2, F54P1, F106, F12P5, F103, F30P1 y F26P5 presentaron niveles aceptables de rendimiento, variando entre 38.6 – 29.6 g/planta, mientras que las variedades Bolívar y Cargamanto, presentaron el rendimiento más bajo (4.2 y 4 g/planta), respectivamente, compartiendo el último rango. Las variedades comerciales Bolívar, Cargamanto, Siete Colinas y Toa presentaron mayor rendimiento en Cumbas Conde que en Morochos.

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas en el número promedio de vainas por planta, siendo estadísticamente mayor en Cumbas Conde (20.7 vainas/planta) que en Morochos (16.1 vainas/planta). Los genotipos evaluados presentaron una correlación positiva entre el promedio de vainas/planta y el promedio del rendimiento en Cumbas Conde (0.96) y en Morochos (0.80). En la prueba de Duncan al 5 %, en las dos localidades el número de vainas por planta, fue estadísticamente diferente entre genotipos (Cuadro 39). En Cumbas Conde el genotipo F17P1 presentó 38.3 vainas/planta, ubicándose en el primer rango, otros genotipos como F62P1 y F99 presentaron 31.5 y 23.5 vainas/planta, respectivamente, considerándose un número aceptable de vainas/planta, mientras que el genotipo F26P5 presentó 1.8 vainas/planta, ubicándose en el último rango.

En Morochos el genotipo F32P1 presentó 37 vainas/planta, ubicándose en el primer rango, otros genotipos como F54P1 y F30P1 presentaron 24 vainas/planta, considerándose un número aceptable de vainas por planta, mientras que la variedad Cargamanto presentó 2.5 vainas/planta, ubicándose en el último rango. Las variedades comerciales Bolívar, Cargamanto, Siete Colinas y Toa presentaron mayor vainas/planta en Cumbas Conde que en Morochos (Cuadro 39).

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas en el promedio de granos/ vaina, siendo estadísticamente similar entre Cumbas Conde (4.2 granos/vaina) y Morochos (4.4 granos/vaina). En la prueba de Duncan al 5 %, en Cumbas Conde se observó diferencias estadísticas entre genotipos, mientras que en Morochos los genotipos fueron estadísticamente similares (Cuadro 39). En Cumbas Conde el genotipo F26P5 y Toa produjeron 5.3 granos/vaina, compartiendo el primer rango, otros genotipos como F17P1, F62P1, F106, F12P5 y F103 produjeron un número aceptable de granos/vaina, variando entre 5.0 – 4.3 granos/vaina, mientras que el genotipo F16P3 produjo 2.8 granos/vaina, ubicándose en el último rango.

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias en el peso promedio de 100 semillas fue estadísticamente similar entre Cumbas Conde y Morochos. En la prueba de Duncan al 5 %, en

las dos localidades se observó diferencias estadísticas entre genotipos (Cuadro 39). En Cumbas Conde se observó que la variedad Cargamanto y el genotipo F16P3 presentaron tamaños grandes de semilla 63.1 y 64.3 g/100 semillas, respectivamente, compartiendo el primer rango, mientras que el genotipo F30P1 presentó tamaño mediano de 26.9 g/100 semillas, ubicándose en el último rango. En Morochos los genotipos F99, F71P2 y F42 presentaron tamaños grandes de semillas entre 63.5 - 58.1 g/100 semillas, compartiendo el primer rango, mientras que el genotipo F21P2 presentó tamaño mediano de 29.3 g/100 semillas, ubicándose en el último rango.

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas en días de inició a la floración, en Morochos los genotipos iniciaron la floración antes que en Cumbas Conde a los 121.1 y 132.6 días, respectivamente, En la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre genotipos en las dos localidades (Cuadro 39). En Cumbas Conde, Cargamanto inició la floración a los 99.4 días, ubicándose en el primer rango y siendo precoz, los genotipos F17P1, F62P1, F106, F32P1, entre otros iniciaron la floración a los 140 días, compartiendo el último rango. En Morochos, Cargamanto, Bolívar, Siete Colinas y Toa iniciaron la floración entre 101.5 - 106.4 días, compartiendo el primer rango y siendo precoces, mientras que el genotipo F42 inició la floración a los 134 días, ubicándose en el último rango.

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas en días de inició a la formación de la vaina, en Morochos los genotipos iniciaron la formación de la vaina antes que en Cumbas Conde a los 134.1 y 146.8 días, respectivamente. En la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre genotipos en las dos localidades (Cuadro 39). En Cumbas Conde, Cargamanto inició la formación de vainas a los 113.4 días, ubicándose en el primer rango, mientras que los genotipos F17P1, F62P1, F32P1, entre otros iniciaron la formación de vainas a los 154 días, compartiendo el último rango. En Morochos, Cargamanto, Bolívar, Siete Colinas y Toa iniciaron la formación de vainas entre 115.5 - 120.4 días, compartiendo el primer rango, mientras que el genotipo F42 inició la formación de vainas a los 146.5 días, ubicándose en el último rango.

En el análisis de la prueba de t student, se observó diferencias estadísticas en días de inició a la madurez fisiológica, en Cumbas Conde los genotipos iniciaron la madurez fisiológica antes que en Morochos a los 203.8 y 213.6 días, respectivamente. En la prueba de Duncan al 5 %, se observó diferencias estadísticas entre genotipos en las dos localidades (Cuadro 39). En Cumbas Conde Cargamanto inició la madurez fisiológica a los 182.4 días, ubicándose en el primer rango, mientras que los genotipos F17P1, F62P1 F71P2, F54P1, entre otros iniciaron la madurez fisiológica a los 210 días, compartiendo el último rango.

En Morochos Toa inicio la madurez fisiológica a los 170.8 días, ubicándose en el primer rango, las variedades Siete Colinas y Bolívar iniciaron la madurez fisiológica en forma intermedia, 176.4 – 179.2 días, respectivamente, mientras que los genotipos F17P1, F106, F12P5, F103, entre otros iniciaron la madurez fisiológica a los 217 - 228 días, ocupando el último rango (Cuadro 39).

Cuadro 39. Análisis de medias, Duncan al 5 %, para variables agronómicas en la evaluación de genotipos de fréjol chakras y variedades comerciales. Cotacachi, Imbabura. 2012.

Genotipo	Rendimiento ^{1**}		Vainas/planta*		Grano/vaina ns		Peso 100 semillas ² ns		Días a la floración**		Días a la vaina**		Días a la madurez**	
	g/planta		N°		N°		g		días		días		días	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
F17P1	66.3a	55.5a	38.3a	32.0ab	5.0ab	4.8	37.1ef	37.2de	140.0d	127.0c-e	154.0d	141.0c-e	210.0d	228.0c
F62P1	56.8ab	38.6ab	31.5a-c	19.0b-e	4.5a-d	4	41.8de	50.9b	140.0d	123.5b-d	154.0d	137.5b-d	210.0d	224.5c
F99	43.6a-c	24.1b-d	23.5a-d	10.8d-h	3.5d-f	3.5	52.1bc	63.5a	136.5cd	116.5b	150.5d	130.5b	206.5d	221.0c
F71P2	41.0b-d	33.8a-c	21.8a-d	16.3c-h	3.8c-f	3.5	52.4bc	58.1a	140.0d	120.0bc	154.0d	134.0bc	210.0d	221.0c
F54P1	40.0b-d	39.1ab	25.0a-d	24.0a-d	4.3a-d	4.8	40.9de	36.1de	136.5cd	127.0c-e	154.0d	141.0c-e	210.0d	217.5c
Bolívar	36.9b-d	4.2d	18.0b-e	3.6gh	3.2ef	3.6	56.4b	40.9c-e	114.8b	106.4a	128.8b	120.4a	192.2bc	179.2ab
Cargamanto	34.3b-d	4.0d	14.8c-e	2.5h	4.0b-e	4.5	63.1a	41.7cd	99.4a	101.5a	113.4a	115.5a	182.4a	185.5b
Siete colinas	34.3b-d	12.4b-d	15.0c-e	6.6e-h	4.4a-d	3.6	49.4c	48.3b	117.6b	106.4a	131.6b	120.4a	189.4b	176.4ab
F42	33.5b-d	23.9b-d	20.8a-d	10.0e-h	4.0b-e	4.5	44.1d	59.7a	133.0cd	134.0e	147.0cd	146.5e	203.0d	224.5c
F106	33.4b-d	33.6a-c	26.5a-d	18.0c-f	4.5a-d	5	29.3gh	34.5ef	140.0d	127.0c-e	154.0d	141.0c-e	210.0d	228.0c
F16P3	31.8b-d	13.6b-d	20.0b-d	8.0d-h	2.8f	3.5	64.3a	47.1bc	129.5c	120.0bc	143.5c	134.0bc	196.0c	217.5c
F32P1	31.1cd	56.5a	25.5a-d	37.0a	3.8c-f	3.8	32.3f-h	40.2de	140.0d	127.0c-e	154.0d	141.0c-e	210.0d	221.0c
Toa	31.1cd	8.3cd	15.2c-e	4.2f-h	5.2a	4.6	40.1de	38.1de	114.8b	106.4a	128.8b	120.4a	186.6ab	170.8a
F21P2	30.4cd	18.3b-d	33.5ab	12.5c-h	3.5d-f	4.3	29.1gh	29.3f	140.0d	127.0c-e	154.0d	141.0c-e	210.0d	217.5c
F12P5	27.0cd	29.6a-d	16.0b-e	17.3c-g	4.8a-c	4.8	33.9fg	35.8de	140.0d	130.5de	154.0d	143.8de	210.0d	228.0c
F30P1	20.6c-e	37.5ab	21.3a-d	24.0a-d	3.5d-f	4.5	26.9h	36.9de	140.0d	127.0c-e	154.0d	141.0c-e	210.0d	224.5c
F103	18.1c-e	34.4a-c	12.5de	17.8c-f	5.0ab	5.3	29.3gh	36.5de	140.0d	127.0c-e	154.0d	141.0c-e	210.0d	228.0c
F72P2	16.4de	56.4a	11.8de	26.0a-c	4.3a-d	5.8	30.9gh	37.1de	136.5cd	120.0bc	150.5d	134.0bc	206.5d	221.0c
F26P5	2.9e	36.6ab	1.8 e	16.5c-g	5.3a	5	32.3f-h	49.8b	140.0d	127.0c-e	154.0d	141.0c-e	210.0d	224.5c
Promedio	33.1	29.5	20.7	16.1	4.2	4.4	41.4	43.2	132.6	121.1	146.8	134.1	203.8	213.6

L1= Cumbas Conde

L2= Morochos

g/p= gramos/planta

N°= número

g= gramos

t student: ns = no significativo, * = diferencias estadísticas significativas, ** = diferencias estadísticas altamente significativas.

4.3.3. Análisis de correlación

En el cuadro 40, en el análisis de correlación, en Morochos se observó que la severidad de roya presentó una correlación negativa con el rendimiento (-0.54) y vainas/planta (-0.68). En forma similar la severidad de mancha angular presentó una correlación negativa con el rendimiento en Cumbas (-0.60) y en Morochos (-0.59).

En lesión/vaina de antracnosis se observó significancia estadística y correlación negativa con la variable de rendimiento (-0.55) y número de vainas por planta (-0.55) en Cumbas Conde. Por lo tanto cuando severidad de roya, mancha angular y lesión/vaina de antracnosis incrementa las variables de rendimiento y vaina/planta disminuyen.

El rendimiento con el número de vainas por planta tienen una correlación positiva y altamente significativa de 0.96 en Cumbas Conde, y en Morochos (0.80).

Cuadro 40. Correlaciones entre variables fitopatogénicas y agronómicas de genotipos de fréjol chakras y variedades comerciales. Cotacachi, Imbabura. 2012.

	Sev. Roya		Mancha anillada		Mancha angular		Les/vaina Antr.		Rendimiento		Vainas/planta		No Grano/Vaina	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
Sev. Roya														
Mancha anillada	0.15ns	0.14ns												
Mancha angular	-0.08ns	-0.34ns	0.27ns	0.27ns										
Les/vaina Antr.	0.26ns	0.27ns	0.25ns	0.04ns	0.24ns	0.26ns								
Rendimiento	0.19ns	-0.54*	-0.01ns	0.14ns	-0.60*	-0.59*	-0.55*	0.08ns						
Vainas/planta	0.16ns	-0.68**	-0.04ns	0.30ns	0.52ns	-0.34ns	-0.55*	0.50ns	0.96**	0.80**				
Grano/vaina	-0.17ns	-0.09ns	0.04ns	0.21ns	0.37ns	0.09ns	0.46ns	-0.23ns	0.42ns	-0.11ns	0.32ns	-0.25ns		
Peso 100 S (g)	0.13ns	0.29ns	0.12ns	-0.22ns	-0.22ns	0.17ns	0.23ns	-0.05ns	-0.22ns	-0.04ns	0.07ns	0.11ns	0.26ns	-0.01ns

L1=Cumbas Conde

L2=Morochos

V. DISCUSIÓN

La variación en la frecuencia de genotipos dentro de las poblaciones balanceadas (similar composición y frecuencias de genotipos) es significativamente alta tanto para allpas como para chakras entre Cumbas Conde y Morochos, aun teniendo estas dos localidades diferencias pequeñas en clima y suelo. Estas diferencias de adaptabilidad se evidenciaron por las diferencias en las frecuencias de genotipos a la cosecha entre las dos localidades, lo que significa que los genotipos tienen diferencias en la capacidad de adaptación. Según lo reportado por Jarvis *et al.*, (2011) las variedades que han pasado de una generación a otra por ser específicas a un nicho, estén de hecho más ampliamente adaptadas a su lugar de origen. Los genotipos F113 (allpa) y F32P1 (chakra) fueron los más frecuentes en las dos localidades, por lo tanto tienen una amplia adaptación. La mayoría de genotipos en cambio presentan una adaptación muy restringida, lo que es especialmente claro en los genotipos F19P4 (allpa) que fue el más frecuente en Cumbas Conde, sin embargo no sobrevivió en Morochos y F71P2 (chacka) que fue muy frecuente en Cumbas Conde y poco frecuente en Morochos, mientras que los genotipos F54P4, F1P1 (allpas) y F54P1, F106 (chakras) fueron frecuentes en Morochos y poco frecuentes en Cumbas Conde. El genotipo allpa F10P3 y los genotipos chakras F12P5, F30P1 no se cosecharon en Cumbas Conde, los genotipos allpas F19P4, F15P1 y genotipos chakras F62P1, F103, F99, F72P2 no se cosecharon en Morochos, mientras que el genotipo F30P1 no se cosechó en las dos localidades. Otro factor que pudo estar asociado con la adaptación, es la diferencia de altura entre localidades aun teniendo solo 100 m de diferencia, según lo reportado por Leonard, (1981) las temperaturas bajan 0.65 °C por cada incremento de 100 m de altura. Esto tiene gran influencia en el largo del período de crecimiento del cultivo tanto como su adaptación al área.

Por otro lado esta adaptación restringida que se observó en el campo, se confirma con experiencias en el invernadero, donde no es posible multiplicar semilla de los ciertos genotipos como F12P5 y F62P1 de Cotacachi (Saigua, 2013)¹.

La adaptabilidad específica de los genotipos de Cotacachi observada en el estudio de mezclas balanceadas, explican también la gran variación de composición y frecuencia de genotipos en el estudio de las poblaciones 2009, 2010 y 2011. De 25 genotipos allpas y 66 chakras que colectivamente se cosecharon en las tres poblaciones (2009, 2010 y 2011), solo los genotipos allpas F1P1 y F3P1 y los genotipos chakras F21P3, F21P2, F91, F13P2, F95, F54P1, F17P2, F63P2, F38P1 y F100 fueron comunes en las tres poblaciones en Cumbas Conde y Morochos por lo que estos genotipos tienen amplia adaptabilidad.

En este estudio se demostró la contribución de las mezclas en la reducción de las epidemias de roya en poblaciones variantes del patógeno. Se observó diferencias claras de reacción a roya en los

¹Saigua, L. 2013. Información personal. Tesista del Departamento Nacional de Protección y Vegetal del INIAP.

genotipos de la mezcla balanceada y genotipos de la mezcla de agricultores entre localidades y de la reacción a las demás enfermedades. Así, en Morochos la mayoría de genotipos allpas y chakras dentro de la mezcla balanceada fueron resistentes, mientras que en Cumbas Conde una fracción importante de allpas (F15P3, F19P4, F3P1, F4P2, F89 y F113) y el genotipo chakra F32P1 fueron resistentes. Cuando los genotipos se evaluaron en parcelas, una fracción importante de genotipos allpas y chakras fueron susceptibles en Morochos, y solo los genotipos chakras F16P3 y F32P1 fueron resistentes en Cumbas Conde, y son diferentes a los que fueron resistentes en Morochos. Estos resultados muestran dos aspectos epidemiológicos: a) la población del patógeno fue más virulenta y diferente en Cumbas Conde que en Morochos, y b) muchos genotipos susceptibles de las mezclas escapan la infección. El segundo aspecto Wolfe y Finckh (1994), mencionan que en las mezclas, las plantas resistentes actúan como barreras a la dispersión del patógeno. Adicionalmente, estos resultados muestran que la mayoría de los genotipos de fréjol, tanto de allpas como chakras, presentan resistencia de genes mayores a *U.appendiculatus*, lo que se demuestra con la presencia de tipo de reacción (TR 1, 2, 3), en estudios realizados por (Jochua *et al.*, 2008) consideran que el TR 1, 2, 3 es una reacción de resistencia. Solo los genotipos F3P1, F4P2, F89, F113 (allpas), evaluados en mezcla balanceada fueron resistentes en las dos localidades. El genotipo F32P1 también fue resistente a roya en las dos localidades, este genotipo fue resistente en evaluaciones anteriores en Cotacachi (Espinoza, 2010 y Carrillo 2011), por lo que puede ser una fuente importante de resistencia para *U. appendiculatus*.

Además la mezcla de allpas 2009 de los agricultores presentaron resistencia roya en las dos localidades, probablemente todos los genotipos que conforman la mezcla tienen genes de resistencia, o quizás el patógeno no fue virulento para estos genotipos.

Aparentemente para mancha anillada no se observó una contribución importante en el cultivo de la mezcla balanceada. La severidad de mancha anillada en los genotipos varió de 5.7 - 7 en Cumbas Conde y de 4.3 - 5 en Morochos en la escala 1-9. Los genotipos evaluados no presentan niveles importantes de resistencia a esta enfermedad, sin embargo en evaluaciones anteriores en Cotacachi (Espinoza, 2010 y Carrillo 2011), los genotipos presentaron niveles de resistencia a mancha anillada. Cuando los genotipos se evaluaron en parcelas la enfermedad varió de 4.6 - 6.5 en Cumbas Conde y de 3.8 - 5.8 en Morochos, siendo los genotipos de Morochos los que presentaron menor severidad de mancha anillada, en este estudio el genotipo F17P1 presentó nivel de 4.8 en las dos localidades, Cumbas Conde y Morochos, mientras que el genotipo F54P1 con nivel de 3.8 en Cumbas Conde, por lo que se considera presentan niveles bajos de enfermedad, resultado similar presentó en evaluaciones anteriores en Cotacachi (Espinoza, 2010 y Carrillo 2011), por lo que puede tener niveles de resistencia.

Los niveles de enfermedad de mancha anillada y mancha angular fueron bajos en allpas en comparación con los chakras en todos los experimentos, lo que debe estar asociado con la precocidad de los allpas que les permite exponerse menos al patógeno. La madurez precoz también podría permitir un escape a las enfermedades (White, 1989). Sin embargo se encontró diferencias de resistencia entre genotipos tanto en allpas como en chakras en las poblaciones de agricultores (2009, 2010, 2011). Todos los genotipos allpas y los genotipos chakras (F13P2, F21P2 y F14P1)

obtuvieron menor nivel de mancha anillada, mientras que los genotipos allpas (F87, F12P2, F113, F3P1, F2P1) y los genotipos chakras F33, F32P1, F38P1, F45P2, F79P1, F54P1, F14P1, F17P2, F95, F106 y F21P2 obtuvieron menor nivel de mancha angular que el resto de genotipos dentro de la mezcla. Los genotipos evaluados en parcelas obtuvieron niveles altos de severidad de mancha angular en Cumbas Conde y Morochos, sin embargo los genotipos F42, F71P2, F106, F30P1, F54P1, F99, F26P5 en Cumbas Conde obtuvieron niveles entre 13.8 – 16.3%.de severidad de mancha angular.

Un aspecto epidemiológico importante asociado con las mezclas es el escape a la infección y la reducción de los niveles de la enfermedad en los genotipos susceptibles. Este efecto se observa claramente cuando se encontró que muchos genotipos no se infectaron en las mezclas, pero si en las parcelas, y cuando se comparan los promedios de los genotipos susceptibles cuando se cultivan en mezclas y en mezclas balanceadas. El escape pudo hacerse dado por que los genotipos resistentes sirven como barrera interfiriendo en la epidemia y disminuyendo las posibilidades de infección del patógeno, Wolfey y Finckh (1994). En estudios realizados por Pyndji y Trutmann (1992) y Trutmann y Pyndji (1994) mostraron que la inclusión, durante tres ciclos de cultivo, de un 25 a 50 % de una variedad resistente en una mezcla de frejoles susceptibles a mancha angular de la hoja causada por *Colletotrichum lindemuthianum* servía para proteger los componentes susceptibles de la mezcla local.

Además se evidenció por la falta de correlación del rendimiento y las variables asociadas como, número de granos por vaina y peso de 100 semillas con la severidad de todas las enfermedades evaluadas: roya, mancha angular, antracnosis. Sin embargo, cuando los genotipos se evaluaron en parcelas, el rendimiento y el número de vainas/planta se correlacionaron con la severidad de mancha angular y número de lesión/vaina de antracnosis. Aunque en los monocultivos es clara la correlación entre la severidad de la enfermedad y el rendimiento, no siempre lo es en las mezclas (Finckh *et al.*, 1999). Esto explica porque la correlación entre la severidad de la enfermedad y el rendimiento es baja en las plantas que componen una mezcla. Una razón importante para esta poca correlación es el efecto de la enfermedad en las interacciones competitivas entre cultivares (Finckh y Mundt 1992; Finckh *et al.*, 1999).

La adaptabilidad de los genotipos se evidenció adicionalmente en el rendimiento. Los rendimientos de los genotipos variaron significativamente entre sitios en todos los experimentos, otro factor que puede estar relacionado con el rendimiento es la fertilidad de suelo (Gordón *et al.*, 2010) encontraron diferencias en el rendimiento de maíz debido a la calidad del suelo de las distintas localidades.

Adicionalmente en Morochos, el genotipo F71P2 (chakra) y los genotipos sembrados en parcelas F17P1, F72P2 y F32P1 obtuvieron rendimientos altos lo que podría asociarse parcialmente con la resistencia de estos genotipos a roya y con los niveles bajos de mancha anillada. Cuando la enfermedad está ausente, los genotipos tienden a tener promedios de rendimientos un poco más altos (Finckh y Wolfe 1997). En Cumbas Conde los genotipos F15P1 (allpa), y F32P1 (chakra) evaluados en mezcla balanceada y los genotipos F17P1 y F62P1 evaluados en parcelas, produjeron,

a pesar de ser susceptibles a las enfermedades lo que se puede deber a la buena adaptabilidad o tolerancia de los genotipos.

En las poblaciones de agricultores (2009, 2010, 2011), los allpas obtuvieron rendimientos aceptables (7.3 – 7.9 g/planta), dado que los niveles de severidad de roya, mancha anillada y mancha angular fueron bajos, mientras que en los chakras el rendimiento fue muy variable lo que estuvo asociado con la variación de las enfermedades con niveles de resistencia y susceptibilidad.

En los tres estudios, se observaron dos constantes: 1) que la variable vainas/planta se correlacionó con el rendimiento, y por lo tanto es la variable que principalmente explica el rendimiento; y 2) que la variable peso de 100 semillas, en ningún experimento se correlacionó con el rendimiento, por lo que aparentemente la planta trata de expresar su potencial de tamaño de grano en cualquier condición de estrés. Sin embargo, se observó una gran variación en el peso de 100 semillas, siendo mayormente el tamaño mediano (25 a 40 g/100 semillas) y pequeño (hasta 25 g/100 semillas), el tamaño fluctúa de pequeño a mediano, lo que según Voysest (2000) son características morfológicas típicas de la semillas. Solo los genotipos F15P1, F3P1, F1P1 (allpa) y F16P3, F26P5 (chakras) presentaron tamaño de semilla grande.

Igualmente en los tres experimentos se observó que la precocidad varió entre allpas y chakras, siendo precoces los allpas y tardíos los chakras. Así, la madurez fisiológica en los genotipos allpas varió de 154 - 182 días en Cumbas Conde y de 155 - 169 días en Morochos; mientras que la madurez fisiológica en los chakras varió de 203 - 219.3 días en Cumbas Conde y de 214 - 225.7 días en Morochos, lo que está de acuerdo con Voysest (2000), quien menciona que los frejoles arbustivos tardíos maduran a los 150 días y los volubles tardíos maduran a los 270 días.

VI. CONCLUSIONES

- Los genotipos de fréjol allpa y chakras presentaron diferente adaptabilidad a Cumbas Conde y Morochos.
- En este estudio se identificó resistencia a roya *U. appendiculatus*, mancha anillada y mancha angular en los genotipos allpa y chakras evaluados.
- El efecto de la mezcla en estos estudios, se evidenció con el escape de infecciones en muchos genotipos susceptibles, y la severidad de la enfermedad de los genotipos susceptible es menor, comparado con las parcelas individuales de cada genotipo.
- Para ciertas enfermedades, como roya, mancha anillada la precocidad de allpas tiene un efecto positivo reduciendo la severidad de la enfermedad.
- En todos los estudios se observó que el rendimiento se correlacionó con el número de vainas planta y no se correlacionó con el tamaño de semilla.
- El genotipo F32P1 presentó resistencia a roya *U. appendiculatus* por lo que puede ser una fuente importante de resistencia.
- Los genotipos chakras F13P2, F21P2, F14P1, F17P1 y F54P1 presentaron niveles bajos de mancha anillada (3.5 – 4.8 en la escala 1-9).
- Los genotipos allpas F87, F12P2, F3P1, F2P1 y los genotipos chakras F33, F32P1, F38P1, F45P2, F79P1, F54P1, F14P1, F17P2, F95, F106 y F21P2 presentaron niveles bajos de mancha angular (5- 20 %).
- Los genotipos chakras F17P1, F72P2 y F32P1 obtuvieron rendimientos altos (56.5 - 55.5 g/planta).

VII. RECOMENDACIONES

- El genotipo F32P1 podría ser usado en programas de mejoramiento genético por tener fuentes de resistencia a roya *U. appendiculatus*.
- Estudiar mezclas con genotipos comerciales vs. mezclas locales de agricultores para identificar la posibilidad de crear mezclas más productivas y rentables.
- Confirmar estos resultados con experimentos similares en diferentes ambientes y repetir en los mismos para ver la consistencia.
- Realizar estudios de mezclas conocidas o balanceadas para confirmar que factores intervienen en la adaptabilidad de los genotipos.
- Utilizar a mayor escala la diversidad genética para estabilizar las epidemias de enfermedades en campo de agricultores y mejorar la productividad.

VIII. RESUMEN

El presente trabajo evaluó la resistencia a las principales enfermedades y el comportamiento agronómico de poblaciones de fréjol obtenidos de diferentes procesos de selección en el 2009, 2010, 2011 y una población balanceada de genotipos con diferentes características agronómicas, se estudió también genotipos de fréjol derivados de mezclas que se siembran en Cotacachi, la investigación se realizó en dos localidades, Cumbas Conde (L1) y Morochos (L2) en la Parroquia de Quiroga, Cantón de Cotacachi, Provincia de Imbabura.

Las variables que se evaluaron en los tres experimentos fueron: tipo de reacción (escala 1-6), la severidad de roya y mancha angular en (porcentaje), mancha anillada (escala 1-9), número de lesión de antracnosis por vaina, días inicio a la floración, días a la formación de la vaina, días a la madurez fisiológica, rendimiento por planta, número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de 100 semillas. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con diferente número de observaciones en allpas y chakras, además se realizó el análisis funcional con la prueba de Duncan al 5% para todas las variables que presentaron significación o alta significación estadística y un análisis de correlación al 1 % y 5 %.

Los resultados de los experimentos fueron: La variación en la frecuencia de genotipos dentro de la mezcla balanceada y poblaciones de agricultores (2009, 2010 y 2011) tanto para allpas como para chakras muestran diferencias de adaptabilidad de los genotipos entre Cumbas Conde y Morochos, es decir los genotipos tiene una adaptación específica, lo cual es claro en los genotipos F19P4 (allpa) que fue el más frecuente en Cumbas Conde, sin embargo no sobrevivieron en Morochos y F71P2 (chakra) que fue muy frecuente en Cumbas Conde y poco frecuente en Morochos; mientras que los genotipos F54P4, F1P1 (allpas) y F54P1, F106 (chakras) fueron frecuentes en Morochos y poco frecuentes en Cumbas Conde. Los genotipos F113 (allpa) y F32P1 (chakra) fueron los más frecuentes en las dos localidades, por lo tanto tienen una amplia adaptación. En el estudio de las poblaciones 2009, 2010 y 2011, solo los genotipos allpas F1P1, F3P1 y los genotipos chakras F21P3, F21P2, F91, F13P2, F95, F54P1, F17P2, F63P2, F38P1 y F100 fueron comunes en las tres poblaciones tanto en Cumbas Conde y Morochos.

En tipo de reacción a roya, se observó un mayor número de genotipos resistentes a roya en Morochos, lo que se debe a que la población de roya en esta localidad fue menos virulenta. En la mezcla balanceada de Morochos, la mayoría de los genotipos allpas y chakras fueron resistentes, mientras que en Cumbas Conde los genotipos allpas F15P3, F19P4, F3P1, F4P2, F89, F113 fueron resistentes y todos los genotipos chakras fueron susceptibles. Los genotipos evaluados en parcelas, F16P3, F32P1 en Cumbas Conde y los genotipos F16P3, F17P1, F21P2, F72P2, F62P1, F12P5, F42, F71P2 y F30P1 en Morochos presentaron resistencia a roya. Solo el genotipo F32P1 fue resistente a roya en las dos localidades, este genotipo también fue resistente en evaluaciones anteriores en Cotacachi (Espinoza, 2010 y Carrillo 2011).

La severidad de mancha anillada varió de 5.7 - 7 en la escala 0-9 en Cumbas Conde y los genotipos variaron de 4.3 - 5 en la escala 0-9, en Morochos. Aparentemente en los genotipos evaluados no presentan niveles importantes de resistencia a esta enfermedad. En los genotipos evaluados en parcelas, solo el genotipo F17P1 presentó ciertos niveles de resistencia en las dos localidades, al igual que el genotipo F54P1 en Morochos.

En las poblaciones de agricultores (2009, 2010, 2011), todos los genotipos allpas y los genotipos F13P2, F21P2, F14P1 (chakras), presentaron menor nivel de mancha anillada, mientras que los genotipos F87, F12P2, F113, F3P1, F14P2, F2P1 (allpas) y los genotipos F33, F32P1, F38P1, F45P2, F79P1, F54P1, F14P1, F17P2, F95, F106 y F21P2 (chakras) presentaron menor nivel de mancha angular. Los genotipos evaluados en parcelas F42, F71P2, F106, F30P1, F54P1, F99, F26P5 en Cumbas Conde, obtuvieron niveles aceptables de severidad de mancha angular.

En los genotipos evaluados en parcelas, el rendimiento y el número de vainas por planta se correlaciono con la severidad de las enfermedades evaluadas: roya, mancha angular, antracnosis, lo que explica que las enfermedades si afectaron al rendimiento.

En Morochos, el genotipo F71P2 (chakra) y los genotipos sembrados en parcelas F17P1, F72P2 y F32P1 obtuvieron rendimientos altos lo que podría asociarse parcialmente con la resistencia de estos genotipos a roya y con los niveles bajos de mancha anillada. En Cumbas Conde los genotipos F15P1 (allpa), y F32P1 (chakra) evaluados en mezcla balanceada y los genotipos F17P1 y F62P1 evaluados en parcelas, produjeron bien, a pesar de ser susceptibles a las enfermedades lo que se puede deber a la buena adaptabilidad o tolerancia de los genotipos.

En las poblaciones de agricultores (2009, 2010, 2011), los allpas obtuvieron rendimientos aceptables, dado que los niveles de severidad de roya, mancha anillada y mancha angular fueron bajos , mientras que en los chakras el rendimiento fue muy variable lo que estuvo asociado con la variación de las enfermedades con niveles de resistencia y susceptibilidad.

En el peso de 100 semillas, en mezcla balanceada los genotipos F15P1, F3P1 (allpa) y F16P3, F26P5 (chakras), presentaron tamaño de semilla grande. El peso de 100 semillas en el estudio de genotipos en parcelas y en poblaciones de agricultores (2009, 2010, 2011) fue similar al experimento de mezcla balanceada.

Descriptores: Genotipo, Adaptabilidad, Tolerancia, Susceptibilidad.

SUMMARY

In this research, it was assessed the resistance of bean populations to the main diseases and agronomic behavior. These bean populations came from different types of selections of the years 2009, 2010, 2011 and another balanced population of genotypes with different agronomic features. In addition, it was studied bean genotypes that are planted in Cotacachi. The trials were carried out in two locations Cumbas Conde (L1) and Morochos (L2) in the parish of Quiroga, Canton Cotacachi in the Province of Imbabura.

The variables measured in the three trials were: kind of reaction (range 1 to 6), severity of rust and angular leaf spot (percentage), ascochyta leaf and pod spot (range 1 to 9), anthracnose lesion number per seedcase, days to flower, days to formation of the seedcase, days to physiologic maturity, yield per plant, number of seedcase per plant, number of grains per seedcase, and weight of 100 seeds. It was used a completely randomized design with different number of observations depending on the genotypes. Additionally, It was used a test Duncan (p value = 0.05) to all the variables, and a correlation analysis to 1 and 5%.

The experimental results were the variation in the genotype frequencies within the balanced population and farmer populations (2009, 2010 and 2011) so much stops allpas as for chakras they show differences of adaptability of the genotypes between Cumbas Conde and Morochos, that is to say the genotypes have a specific adaptation, it is clear in the genotypes F19P4 (allpa) was the most frequent in Cumbas Conde, but in the locality of Morochos, it did not survive. The genotype F71P2 (chakra) was observed with more presence in the locality Cumbas Conde; however, in the locality of Morochos, it was scarce. The genotypes F54P4, F1P1 (allpas) y F54P1, F106 (chakras) were more frequent in the locality of Morochos, while in Cumbas Conde, these were scarce. The genotypes F113 (allpa) y F32P1 (chakra) showed the same frequency in the two localities, so that these have an enlarge adaptability. In the analysis of the populations of the years 2009, 2010, 2011, only the genotypes allpas F1P1 and F3P1, and the genotypes chakras F21P3, F21P2, F91, F13P2, F95, F54P1, F17P2, F63P2, F38P1 y F100 were common in the three populations in the two localities Cumbas Conde and Morochos.

In the kind of reaction to rust, it was observed that the majority of the populations in the locality of Morochos were resistant to the rust because of the virulence of the rust population. In the locality of Cumbas Conde, the genotypes allpas F15P3, F19P4, F3P1, F4P2, F89, F113 were resistant, and all the genotypes chakra were susceptible. Depending on the locality there were found resistant genotypes to rust. In the plots of Cumbas Conde, the genotypes were F16P3, F32P1, and in Morochos the genotypes were F16P3, F17P1, F21P2, F72P2, F62P1, F12P5, F42, F71P2 y F30P1. Only, the genotype F32P1 was resistant to rust in both localities. This genotype showed resistance in previous trials in Cotacachi (Espinoza, 2010 y Carrillo 2011).

The ascochyta leaf and pod spot severity varied among 5.7 to 7 in the scale (range 1 to 9), in the locality of Cumbas Conde, and in Morochos it varied among 4.3 to 5. Apparently, none of the

genotypes assessed showed any important level of resistance to this disease. Within the genotypes assessed in plots, only the genotype F17P1 showed certain resistance levels in both localities, and F54P1 showed resistance in the locality of Morochos.

In the farmer populations (2009, 2010, 2011), all the genotypes allpas and the genotypes F13P2, F21P2, F14P1 (chakras) showed a minor level of ascochyta leaf and pod spot. The genotypes allpa anillada F87, F12P2, F113, F3P1, F14P2, F2P1 (allpas) and the genotypes F33, F32P1, F38P1, F45P2, F79P1, F54P1, F14P1, F17P2, F95, F106 y F21P2 (chakras) showed a minor level against angular leaf spot. In Cumbas Conde, the genotypes assessed in plots: F42, F71P2, F106, F30P1, F54P1, F99, F26P5 presented acceptable levels of angular leaf spot severity.

In genotypes assessed in plots, the yield and the seedcase number per plant were correlated with severity of the diseases assessed: rust, angular leaf spot, anthracnose, it explained that the diseases affected in the yield.

In Morochos, the genotype F71P2 (chakra) and the genotypes planted in plots F17P1, F72P2 y F32P1 obtained high yields. It can be partly associated with the resistance to rust and ascochyta leaf and pod spot. In Cumbias Conde, the genotypes F15P1 (allpa) and F32P1 (chakra) assessed in balanced populations mixed and the genotypes F17P1 and F62P1 assessed in plots got a good yield, in spite of their susceptibility to the diseases and a good genotype adaptability.

In the farmer populations (2009, 2010, 2011), allpas genotypes obtained acceptable yields because the levels of susceptibility to the rust, ascochyta leaf and pod spot and angular leaf spot were low, the yield of chakra genotypes was variable, it was associated to the variation of the level of the diseases, levels of resistance and susceptibility.

In the weight of 100 seeds, in the balanced population mixed, the genotypes F15P1, F3P1 (allpa) and F16P3, F26P5 (chakras) showed a big size of seed. The weight of 100 seeds in the study of genotypes in parcels and in farmers populations (2009, 2010, 2011) went similar to the experiment of balanced mixture.

Key words: Genotype, adaptability, resistance, tolerance, susceptibility

IX. REFERENCIAS

- AGRIOS, G. 2008. Fitopatología. México DF., MX. LIMUSA. p. 278 – 283
- ARAYA, C.; HERNÁNDEZ, J. 2006. Guía para identificación de las enfermedades de frijol más comunes en Costa Rica. San José, C.R.: MAG. Consultado 13 Feb. 2014. Disponible en: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/manual-frijol-enfermedades.pdf
- ARIAS, J.; RENGIFO, T.; JARAMILLO, M. 2007. Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en la producción de fríjol voluble. Consultado 13 Feb. 2014. Disponible en: <http://www.fao.org.co/manualfrijol.pdf>
- BETANCOUR, M.; DÁVILA, J. 2002. El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Cultivo, beneficios y variedades. Medellín, CO. FEDALCO. 8 p.
- CARRILLO, F. 2011. Evaluación de la resistencia a enfermedades y potencial agronómico de poblaciones de fréjol (*Phaseolus vulgaris* l.) de Cotacachi y Saraguro. Cotacachi, Imbabura. Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 33-85
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO.) 1984. Morfología de la planta de fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L.): Guía de estudio. Cali, CO. 49 p.
- CIP (Centro Internacional de la Papa, PE.) 2003. Conservación y uso sostenible de la biodiversidad agrícola. Laguna, PE. p. 17 - 18
- DANIAL, D.L. 1999. Curso sobre mejoramiento para resistencia contra enfermedades y plagas. Quito, EC. PREDUZA. 212 p.
- DENAREF (Departamento Nacional de Recursos Filogenéticos, EC) 2010. Cantón Cotacachi catálogo de agrobiodiversidad. Quito, EC. INIAP. p.irr.
- ESPINOZA, I. 2010. Estudio de las poblaciones locales de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) de Cotacachi y Saraguro. Cotacachi, Imbabura. Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 23-73
- FERNÁNDEZ, F.; GEPTS, P.; LÓPEZ, M. 1986. Etapas de desarrollo en la planta de frijol: en frijol, Investigación y producción. CIAT, Cali, CO. p. 61-78
- FINCKH, M.; WOLFE, M. 1997. The use of biodiversity to restrict plant disease and some consequences for farmers and society. En L. E. Jackson, ed., *Ecology in Agriculture*. San Diego, CA: Academic Press. p. 203 – 237
- FINCKH, M.; GACEK, E.; CZEMBOR, H.; WOLFE, M. 1999. Host frequency and density effect on disease and yield in mixtures of barley. *Plant Pathology*. 48:807-816
- FINCKH, M.; MUNDT, C. 1992. Plant competition and disease in genetically diverse wheat populations. *Oecologia*. 91:82-92
- GONZÁLEZ, J.; LÓPEZ, N.; AVILÉS, M.; URBANO, J.; AVILLA, C. 2007. Sanidad Vegetal. Sevilla, ES. Universidad de Sevilla, Dpto. Ciencias Agroforestales. Consultado 13 Feb. 2014. Disponible en: <http://ocwus.us.es/producción-vegetal/sanidad-vegetal>

GORDÓN, R.; BARRERA, J.; CAMAYGO, I. 2010. Adaptabilidad y estabilidad de 20 variedades de maíz. *Agron. Mesoam* 21:1

INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 2011. Visualizador de Estadísticas Agropecuarias del Ecuador ESPAC. Quito, EC. Consultado 13 Feb. 2014. Disponible en: <http://200.110.88.44/lcds-samples/testdrive-remoteobject/main.html#app=dbb7&9270-selectedIndex=1>

JAVIS, D.; PADOCH, C., COOPER, H. 2011. Manejo de la diversidad en los ecosistemas agrícolas. Roma, IT. Bioerty Internacional. 245 p.

JOCHUA, C.; AMANE, M.; STEADMAN, J.; XUE, X.; ESKRIDGE. 2008. Virulence diversity of the common bean rust pathogen within and among individual bean fields and development of sampling strategies. *Plant Dis.* 92: 401 – 408

JOHNSON, R. 1981. Durable resistance: Definition of, genetic control, and attainment in plant breeding. *Phytopathology* 71: 567-568

LÉPIZ, R.; PERALTA, E.; MINCHALA, L.; JIMÉNEZ, R.; 1995. Diagnóstico Agrosocioeconómico del cultivo del fréjol en la sierra Ecuatoriana. Quito, EC. INIAP. 45 p.

LEONARD, DAVID. 1981. Cultivos tradicionales. Consultado 13 Feb. 2014. Disponible en: http://www.cd3wd.com/cd3wd_40/hlthes/pc/m0035s/es/M0035S05.HTM#2.%20EL%20MEDIO%20AMBIENTE%20AGR&IACUTE;COLA

MENA, C. y VELÁZQUEZ, R. 2010. Manejo integrado de plagas y enfermedades de frijol en Zacatecas. México DF, MX. CIRNOC .Folleto Técnico N° 24. 83 p.

NIKS, R.; ELLIS, P.; PARLEVLIET, J. 1993. Resistance to parasites. In M.D. Hayward, N.O. Rosemark & I. Romagosa. *Plant breeding: principles and prospects*. London, Chapman & Hall. p. 422-447

ORELLANA, H. 2011. Microbiología. Quito, EC. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 123 p. (Poligrafiado).

PERALTA, E.; MURILLO, A.; FALCONÍ, E.; MAZÓN, N.y PINZÓN, J. 2007. Manual de campo para el reconocimiento y control de las enfermedades más importantes que afectan al cultivo del fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Ecuador. Quito, EC. INIAP. Publicación Miscelánea N° 136 p. irr.

_____.2010. Manual agrícola de fréjol y otras leguminosas. Cultivos, variedades y costos de producción. Quito, EC. INIAP. Publicación Miscelánea N° 135 p. irr.

PYNDJI, M. y TRUTMANN, P. 1992. Managing angular leaf spot development on common bean in Africa by supplementing farmer mixtures with resistant varieties. *Plant Disease*. 76: 1144-1147

POWELL, D. 1997. El Sistema de Resistencia Horizontal: a la búsqueda de un mejoramiento de los frijoles. Montecilla, MX. Consultado 13 Feb. 2014. Disponible en <http://archive.idrc.ca/books/reports/1996/18-01s.html>

RAMÍREZ, M.; WILLIAMS, D. 2005. Guía agro-culinaria de Cotacachi, Ecuador y alrededores. Quito, EC. IPGRI. p. 23-24

- RENFRO, B. 1985. Breeding for disease resistance in tropical maize and its genetic control. In A. Brandolini & F. Salamini. *Breeding strategies for maize production improvement in the tropics*. Rome, IT. FAO. p. 341-365
- ROBINSON, R. 2000. El retorno de la resistencia: Fitomejoramiento de los cultivos para reducir la dependencia de plaguicidas. Trad. por F. Romero. México DF., MX. Publicaciones Diamante 276 p.
- SAG (Secretaría de Agricultura y Ganadería); DICTA (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria) 2011. Cultivo de frijol. Tegucigalpa M.D.C., Honduras C.A. Consultado 13 Feb. 2014. Disponible en: www.iica.int.ni/pdf_redsicta/guiaCultivoFrijol_Honduras.pdf
- SCHOONHOVEN, A.; PASTOR, M. 1987. Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de Frijol. Cali, CO. CIAT. p. irr.
- SEVILLA, R.; HOLLE, M. 2004. Recursos Genéticos Vegetales. Lima, PE. Ediciones Torre Azul. 145 p.
- SMITH, D.; WHITE, D. 1988. Diseases of corn. In G.F. Sprague & J.W. Dudley. *Corn and corn improvement*. 3 ed. Madison, US. American Society of Agronomy .p. 687-766
- TRUTMANN, P.; J. FAIRHEAD; VOSS, J. 1993. Management of common bean diseases by farmers in the Central African highlands. *International Journal of Pest Management* 39: 334-342
- TRUTMANN, P.; PYNDJI, M. 1994. Partial replacement of local common bean mixtures by high yielding angular leaf spot resistant varieties to conserve local genetic diversity while increasing yield *Annals of Applied Biology* 125: 45-52
- ULLOA, J.; MEDRANO, I.; ROSAS, P.; ULLOA, P. 2011. Physicochemical characteristics of instant whole bean (*Phaseolus vulgaris*) produced by drying at room temperature. New Orleans, Louisiana, US. June. p.11-14
- URBINA, M. 2011. Enfermedades del cultivo de fréjol. Fitopatología especial. Estelí, NI. 6 p.
- VOYSEST, O. 2000. Mejoramiento Genético del fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.). Legado de Variedades de América Latina 1930 – 1999. CIAT, Cali, CO. p. 2-4
- WHITE, J.; LAING, D. 1989. Photoperiod response of flowering in diverse genotypes of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crop Res.* 22:113-128.
- WOLFE, Y.; FINCKH, M. 1997. Diversity of host resistance within the crop: Effects on host, pathogen and disease. *Plant Resistance to Fungal Diseases*. 378-400. Jena, DE. Fisher Verlag.
- ZHU, Y.; CHEN, J.; FAN, Y.; WANG, Y.; CHEN, J.; FAN, S.; YANG, L.; LEUNG, H.; MEW, T.; TENG, Z.; WANG, Y.; MUNDT, C. 2000. Genetic diversity and disease control in rice. *Nature* 406:718-722

X. ANEXOS

Anexo 1. Procedencia de las poblaciones 2009, 2010 y 2011 de diferentes agricultores.

Población 2009	
Chakras	Allpas
Rosa Elena Furez	Martha Gualsaquí
Hermelinda Saavedra	José Furez
Anita Sánchez	Luis Alberto Furez
Población 2010	
Chakras	Allpas
V 38 (José Manuel Díaz)	Martha Gualsaquí
V 41 (María Rosa Guitarra)	Francisca Túquerez
V55 (Ermelinda Saavedra)	Francisca Panamá
Pedro Pichamba	María Rosa Saavedra
Rosa Elena Saavedra	
Francisca Túquerez	
Población 2011	
Chakras	Allpas
V 38 (José Manuel Díaz)	Martha Gualsaquí
Pedro Pichamba	Francisca Panamá
Rosa Elena Saavedra	María Rosa Saavedra

Anexo 2. Análisis de medias, Duncan al 5 %, para variables de enfermedades en la evaluación de genotipos que conforman las poblaciones de fréjol allpas. Cotacachi, Imbabura. 2012.

Genotipos	Roya												Mancha anillada						Mancha angular					
	TR (1-6)						Sev. (%)						Sev. (Escala 1-9)						Sev. (%)					
	Pob 2009		Pob 2010		Pob 2011		Pob 2009 ^{ns}		Pob 2010 ^{**}		Pob 2011 [*]		Pob2009 ^{ns}		Pob2010 ^{ns}		Pob 2011 ^{ns}		Pob 2009 ^{ns}		Pob 2010 ^{ns}		Pob 2011 ^{ns}	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
F1P1	1,3	1	4,1,3	1	4,1	1	1.5	0	5.0	0	6.0a	0	3.6	3.0	4.2	4.0	3.6	3.5	19.0ab	10.0	9.0ab	22.5b	10.0	12.5
F113	-	1,3	-	1	-	-	-	2.5	-	0	-	-	-	4.0	-	4.0	-	-	-	10.0		5.0a	-	-
F9P3		-	1,3	-	1,3,5	1	-	-	1.7	-	8.0a	0	-	-	4.0	-	3.3	3.0	-	-	22.0b	-	11.7	10.0
F3P1	3.1	1,3	1,4	1	1,4	-	5.0	1.7	1.7	0	1.0a	-	2.7	4.3	3.3	3.5	3.8	-	25.0b	16.7	20.0b	7.5a	12.5	-
P43P1	-	-	1	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	3.0	-	-	-	-	-	10.0ab	-	-	-
F87	3	1		-	-	1	5.0	0		-	-	0	4.0	4.0	-	-	-	3.0	11.0a	15.0		-		10.0
F88		3	1	1	1	1	-	5.0	0	0	0.0a	0	-	4.0	4.5	4.0	3.3	3.0	-	15.0	10.0ab	10.0a	10.0	15.0
F12P2	-	-	1	-	-	-	-	-	0	-	-		-	-	5.0	-	-	-	-	-	0.0a	-	-	-
F54P4	-	-	-	-	5	1,3	-	-	-	-	20.0b	1.4	-	-	-	-	3.0	3.4	-	-	-	-	10.0	12.1
F15P3	-	-	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	1.7	-	-	-	-	-	3.5	-	-	-	-	-	10.8
F86	-	-	-	1	-	1	-	-	-	0	-	0	-	-	-	3.7	-	4.0	-	-	-	11.7ab	-	15.0
F9P2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	4.0	-	-	-	-	-	15.0ab	-	-
F2P1	-	1	-	1	-	-	-	0	-	0	-	-	-	4.5	-	3.0	-	-	-	15.0	-	10.0a	-	-
F114	-	1,3	-	-	-	-	-	1.7	-	-	-	-	-	3.3	-	-	-	-	-	11.7	-	-	-	-
Prom							3.8	1.6	1.4	0	7	0.4	3.4	3.9	4	3.7	3.5	3.3	18.3	13.3	11.8	11.7	10.8	12.2

L1= Cumbas Conde

L2= Morochos

(-) Ausencia de genotipo

t de student: ns = no significativo, * = diferencias estadísticas significativas, ** = diferencias estadísticas altamente significativas.

Anexo 3. Análisis de medias, Duncan al 5 %, para rendimiento, vainas por planta, granos por vaina y peso de 100 semillas en la evaluación de genotipos que conforman las poblaciones de fréjol allpas. Cotacachi, Imbabura. 2012.

Rendimiento (g/planta)							Vaina/planta (N°)						Grano/vaina (N°)						Peso 100 semillas (g)					
Genotipos	Pob 2009 ^{ns}		Pob 2010**		Pob 2011 ^{ns}		Pob 2009 ^{ns}		Pob 2010**		Pob 2011 ^{ns}		Pob 2009 ^{ns}		Pob 2010 ^{ns}		Pob2011 ^{ns}		Pob 2009**		Pob 2010*		Pob 2011 ^{ns}	
Allpas	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
F1P1	7.9	7.0b	6.2bc	4.0bc	9.1	8.5a	7.2	7.0ab	5.5bc	4.5a	6.3	8.0a	3.4	4.5	3.8	4.5	4.1	3.5b	32.2a	26.4b	32.1a	19.9c	34.2b	30.4cd
F87	7.4	3.2cd	-	-	-	7.2ab	6	4.0bc		-	-	8.0a	3.4	3	-			3.0b	36.5a	25.0b		-		29.6d
F113	-	4.8b-d	-	5.0ab	-	-	-	5.0bc	-	5.0a	-	-	-	3.5	-	3	-	-	-	26.0b	-	29.4b	-	-
F9P3	-	-	8.0b	-	9.7	3.2c	-	-	7.7b	-	7.3	1.0b	-	-	3.7	-	4.3	4.0b	-	-	29.1ab	-	32.3b	37.5ab
F3P1	6.5	6.6bc	9.5ab	1.8d	6.6	-	7	6.3ab	7.3b	1.5c	7.8	-	3	4	4.3	4	3	-	27.1b	33.9a	34.1a	34.3ab	30.1b	-
F43P1	-	-	12.5a	-	-	-	-	-	15.0a	-	-	-	-	-	4	-	-	-			23.2b	-	-	-
F88	-	13.0a	7.3b	5.0ab	7.4	6.5ab	-	9.0a	7.5b	4.0ab	6.5	5.0ab	-	4	4	4	3.5	3.0b	-	33.8a	24.2b	31.3b	33.4b	37.7ab
F12P2	-	-	2.1c	-	-	-	-	-	2.0c	-	-	-	-		5	-	-	-	-	-	27.8ab	-	-	-
F54P4	-	-	-	-	6.9	6.1ab	-	-	-	-	6	5.0ab	-	-	-	-	3	4.0b	-	-	-	-	40.0a	32.5b-d
F15P3	-	-	-	-	-	5.8b	-	-	-	-	-	3.7b	-	-	-	-	-	4.2b	-	-	-	-	-	36.4a-c
F86	-	-	-	6.6 ^a	-	5.1bc	-	-	-	4.3a	-	3.0b	-	-	-	3.7	-	6.0a	-	-	-	32.6ab	-	42.9a
F9P2	-	-	-	2.0cd	-	-	-	-	-	-	1.0c	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	38.5a	-	-
F2P1	-	1.5d	-	2.0cd	-	-	-	2.0c	-	2.0bc	-	-	-	3	-	3	-	-	-	29.1ab	-	33.3ab	-	-
F114	-	5.3bc	-	-	-	-	-	4.3bc	-	-	-	-	-	3.7	-	-	-	-	-	35.0a	-	-	-	-
Prom.	7.3	5.9	7.6	3.8	7.9	6	6.7	5.4	7.5	3.2	6.8	4.8	3.3	3.7	4.1	3.7	3.6	3.9	31.9	29.9	28.4	31.3	34	35.3

L1= Cumbas Conde

L2= Morochos

g/p= gramos/planta

N°= número

g= gramos

(-) Ausencia de genotipo

t de student: ns = no significativo, * = diferencias estadísticas significativas, ** = diferencias estadísticas altamente significativas.

Anexo 4. Análisis de medias, Duncan al 5 %, para días inicio de la floración, vaina y madurez fisiológica en la evaluación de genotipos que conforman las poblaciones de fréjol allpas. Cotacachi, Imbabura. 2012.

Genotipo	Días a la floración						Días a la vaina						Días a la madurez					
	Pob 2009**		Pob 2010**		Pob 2011**		Pob 2009**		Pob 2010**		Pob 2011**		Pob 2009 ^{ns}		Pob 2010 ^{ns}		Pob 2011**	
Allpas	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
F1P1	79.7	78.0	79.7	74.5	80.8	74.5	93.7	92.0	93.7	89.0	94.8	89.0	144.2	144.5	144.2	144.5	144.4	144.5
F113	-	78.0		78.0	-	-	-	92.0	-	92.0	-	-	-	148.0	-	141.0	-	-
F9P3	-	-	81.3	-	81.3	78.0	-	-	97.0	-	95.3	92.0	-	-	142.3	-	144.7	148.0
F3P1	86.0	75.7	79.0	74.5	80.8	-	100.0	90.0	93.0	89.0	94.8	-	140.0	145.7	142.3	144.5	141.8	-
F43P1	-	-	79.0	-	-	-	-	-	93.0	-	-	-	-	-	140.0	-	-	-
F87	80.8	78.0	-	-	-	78.0	94.6	92.0	-	-	-	92.0	141.6	141.0	-	-		148.0
F88	-	78.0	79.0	71.0	79.0	78.0	-	92.0	93.0	86.0	93.0	92.0	-	148.0	143.5	141.0	145.3	148.0
F12P2	-	-	79.0	-	-	-	-	-	93.0	-	-	-	-	-	140.0	-	-	-
F54P4	-	-	-	-	79.0	76.0	-	-	-	-	93.0	90.3	-	-	-	-	140.0	144.0
F15P3	-	-	-	-	-	76.8	-	-	-	-	-	91.0	-	-	-	-	-	146.8
F86	-	-	-	78.0	-	78.0	-	-	-	92.0	-	92.0	-	-	-	143.3	-	148.0
F9P2	-	-	-	78.0	-	-	-	-	-	92.0	-	-	-	-	-	148.0	-	-
F2P1	-	74.5	-	71.0	-	-	-	89.0	-	86.0	-	-	-	144.5	-	141.0	-	-
F74	-	75.7	-	-	-	-	-	90.0	-	-	-	-	-	145.7	-	-	-	-
Prom	82.2	76.8	79.5	75	80.2	77	96.1	91	93.8	89.4	94.2	91.2	141,9	145.3	142.1	143.3	143.2	146.8

L1=Cumbas Conde

L2=Morochos

(-) Ausencia de genotipo

t de student: ns = no significativo, * = diferencias estadísticas significativas, ** = diferencias estadísticas altamente significativas.

Anexo 5. Análisis de medias, Duncan al 5 %, para severidad de roya en la evaluación de genotipos que conforman las poblaciones de fréjol chakras. Cotacachi, Imbabura. 2012.

Genotipos Chakras	Roya											
	TR (1-6)						Sev. (%)					
	Pob 2009		Pob 2010		Pob 2011		Pob 2009**		Pob 2010**		Pob 2011**	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
F20	3	-	-	-	-	-	10.0ab	-	-	-	-	-
F91	5	1,3	-	1	3	-	20.0b	1.7	-	0	15.0a-c	-
F13P2	1	-	-	1,3	-	1,3	0.0a	-	-	2.5	-	1.3
F22-1	-	1,3	-	1,4,3	1,3,4,5	-	-	2.0	-	2.5	4.0a	-
F12P5	-	-	-	1	4	1,3	-	-	-	0	5.0a	2.5
F93	1	3	-	-	-	-	0.0a	3.0	-	-	-	-
F17P2	-	-	-	1	3	3	-	-	-	0	8.0ab	5.0
F45P1	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	10.0a-c	-
F17P1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0
F94	-	1,3	4,5,3	-	-	1	-	1.7	14.0ab	-	-	0
F21P2	5,1	1,3	4,5,3,1	1,3	4,2,3	1	10.0ab	1.6	10.0ab	1.0	14.0a-c	0
F21P3	5,1,3,4	1	4,3,1	1,4,3	5,3	-	10.0ab	0	11.0ab	3.6	13.0a-c	-
F95	-	1	-	1	-	1	-	0	-	0	-	0
F84P2	-	-	3	-	-	-	-	-	5.0a	-	-	-
F33	5	-	-	-	4	-	15.0b	-	-	-	15.0a-c	-
F79P1	-	1	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-
F25P1	-	-	3	-	-	-	-	-	10.0ab	-	-	-
F97	-	1	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-
F57P1	-	-	3	-	3	-	-	-	15.0ab	-	10.0a-c	-
F57P2	-	-	-	-	4,5	-	-	-	-	-	20.0bc	-
F54P1	4,5	1	3	-	4	1,3	15.0b	0	15.0ab	-	10.0a-c	1.0

Anexo 5. Continuación...

F32P1	-	-	3	-	-	1,3	-	-	5.0a	-	-	1.3
F42	5,4	-	-	-	-	-	13.0b	-	-	-	-	-
F60P1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0
F72P2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0
F29P3	-	-	-	-	3,4	-	-	-	-	-	23.0c	-
F63P2	4	1,3	1,4	1	-	1	10.0ab	1.7	10.0ab	0	-	0
F63P3	4,5,1	1	-	1	-	-	8.0ab	0	-	0	-	-
F38P1	-	-	3	1	3,4,1	1	-	-	10.0ab	0	5.0a	0
F100	-	1,3	-	3,1,4	-	1	-	2.0	-	3.6	-	0
F26P5	-	1,3	5,4	-	-	-	-	1.7	18.0b	-	-	-
F16P2	-	1	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-
F18P1	-	1	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-
F102	-	-	4,5	-	-	-	-	-	18.0b	-	-	-
F30P1	-	1	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-
F103	-	3	-	-	-	1	-	3.0	-	-	-	0
F45P2	-	-	1,3	1,4	4	-	-	-	5.0a	3.0	20.0bc	-
F104	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0	-	-
F55P3	-	1	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-
F61	-	1	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-
F106	-	-	-	1	-	1,3	-	-	-	0	-	1.3
F107	-	-	1,3	-	-	-	-	-	5.0a	-	-	-
F14P1	5,4,3	3	1,4	1	4,5	-	15.0b	3.0	13.0ab	0	13.0a-c	-
F18P4	-	-	4	-	4	-	-	-	15.0ab	-	13.0a-c	-
F110	5	-	-	-	-	-	20.0b	-	-	-	-	-
F73	-	-	3	-	4	-	-	-	15.0ab	-	16.0a-c	-
Prom							11.2	1	11.4	1	12.6	0.8

L1=Cumbas Conde; L2=Morochos

(-) Ausencia de genotipo

t de student: ns = no significativo, * = diferencias estadísticas significativas, ** = diferencias estadísticas altamente significativas.

Anexo 6. Análisis de medias, Duncan al 5 %, para severidad de mancha anillada, severidad de mancha angular y lesión por vaina de antracnosis en la evaluación de genotipos que conforman las poblaciones de fréjol chakras. Cotacachi, Imbabura. 2012.

Genotipos Chackras	Mancha anillada						Mancha angular						Antracnosis					
	Sev. (Escala 1-9)						Sev. (%)						Lesión/vaina					
	Pob 2009 ^{ns}		Pob 2010**		Pob 2011**		Pob 2009**		Pob 2010**		Pob 2011 ^{ns}		Pob 2009**		Pob2010ns		Pob 2011**	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
F20	4.0		-		-		30.0e	-	-	-	-	-	1.6	-	-	-	-	-
F91	4.0	4.3	-	6.0c	5.5	-	13.0ab	11.7ab	-	20.0c	18.0-a-d	-	0	0.6a	-	0	0.8a	-
F13P2	4.0	-	-	3.5a	-	4.8	27.0de	-	-	17.5bc	-	21.3b-d	0.4	-	-	0.3	-	1.4ab
F22-1	-	5.0	-	4.2ab	4.8	-	-	12.5ab	-	11.7ab	29.0cd	-	-	3.7b-f	-	0.8	0.2a	-
F12P5	-	-	-	4.0ab	5.0	5.7	-	-	-	20.0c	20.0b-d	26.3cd	-	-	-	0.4	0.0a	1.5ab
F93	4.0	5.0	-	-	-	-	25.0c-e	25.0d	-	-	-	-	0	6.6f	-	-	-	-
F17P2	-	-	-	5.0bc	4.5	6.0	-	-	-	10.0a	20.0b-d	27.5d	-	-	-	0	0.0a	2.6b
F45P1	-	-	-	-	4.0		-	-	-		45.0e		-	-	-	-	0.0a	-
F17P1	-	-	-	-	-	6.0	-	-	-	-	27.0b-d	25.0cd	-	-	-	-	-	0.0a
F94	-	4.7	4.2	-	-	5.0	-	13.3ab	-	-	-	20.0a-c	-	2.5a-d	0.7	-	-	1.4ab
F21P2	4.3	4.7	5.1	3.8a	4.1	6.0	26.0de	19.5b-d	28.0a-c	11.0ab	13.0ab	15.0a	0.1	1.9a-c	3.5	1.0	0.2a	0.4a
F21P3	4.5	4.0	4.5	4.1ab	5.0	-	22.0b-e	22.5cd	26.0a-c	12.1ab	20.0b-d	-	0.7	10.9g	0.1	1.2	0.1a	-
F95	-	4.0		4.0ab	-	5.0		15.0a-c	-	10.0a	-	20.0a-c	-	4.8c-f	-	1.5	-	7.2c
F84P2	-	-	4.0	-	-	-	-	-	30.0a-d	-	-	-	-	-	0	-	-	-
F33	4.0	-	-	-	4.0	-	10.0a	-	-	-	20.0b-d	-	0.0	-	-	-	0.0a	-
F79P1	-	4.0	-	-	-	-	-	10.0a	-	-	-	-	-	0.0a	-	-	-	-
F25P1	-	-	5.5	-	-	-	-	-	33.0b-d	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-
F97	-	4.0	-	-	-	-	-	20.0b-d	-	-	-	-	-	2.8a-e	-	-	-	-
F57P1	-	-	5.0	-	6.0	-	-	-	-	-	30.0d	-	-	-	0	-	3.4b	-
F57P2	-	-	-	-	5.3	-	-	-	-	-	18.0a-d	-	-	-	-	-	0.0a	-
F54P1	4.5	4.0	5.0	-	6.0	4.6	18.0a-d	10.0a	-	-	20.0b-d	17.0ab	0.0	3.0a-e	2.4	-	0.2a	0.6ab
F32P1	-	-	5.0	-	-	5.3	-	-	20.0a	-	-	22.5b-d	-	-	0	-	-	1.3ab

Anexo 6. Continuación...

F42	4.3	-	-	-	-	-	18.0a-d	-	-	-	-	-	2.1	-	-	-	-	-
F60P1	-	-	-	-	-	5.3	-	-	-	-	-	16.7ab	-	-	-	-	-	1.0ab
F72P2	-	-	-	-	-	6.0	-	-	-	-	-	22.5b-d	-	-	-	-	-	1.6ab
F29P3	-	-	-	-	4.5	-	-	-	-	-	18.0a-d	-	-	-	-	-	0.0a	-
F63P2	4.0	4.7	5.0	4.0ab	-	5.0	15.0a-c	13.3ab	40.0d	17.5bc	-	20.0a-c	0.8	0.2a	0.1	0	-	0.0a
F63P3	4.3	5.0	-	4.0ab	-	-	24.0c-e	20.0b-d	-	15.0a-c	-	-	0.4	2.6a-e	-	0.8	-	-
F38P1	-	-	5.0	5.0bc	4.3	5.0	-	-	20.0a	20.0c	-	22.5b-d	-	-	0	2.2	0.0a	0.9ab
F100	-	4.5	-	4.0ab	-	-	-	15.0a-c	-	14.3a-c	-	20.0a-c	-	14.1h	-	-	-	-
F26P5	-	3.7	4.0	-	-	-	-	16.7a-d	-	-	-	-	-	1.5ab	0.2	-	-	-
F16P2	-	4.0	-	-	-	-	-	20.0b-d	-	-	-	-	-	4.6c-f	-	-	-	-
F18P1	-	5.0	-	-	-	-	-	25.0d	-	-	-	-	-	1.4ab	-	-	-	-
F102	-	-	4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-
F30P1	-	5.0	-	-	-	-	-	25.0d	-	-	-	-	-	5.0d-f	-	-	-	-
F103	-	4.0	-	-	-	5.7	-	20.0b-d	-	-	-	21.7b-d	-	5.6ef	-	-	-	1.9ab
F45P2	-	-	4.5	4.0ab	4.0	-	-	-	23.0ab	15.0a-c	5.0a	-	-	-	0.4	0.4	0.0a	-
F104	-	-	-	5.0bc	-	-	-	-	-	20.0c	-	-	-	-	-	2.2	-	-
F55P3	-	4.0	-	-	-	-	-	25.0d	-	-	-	-	-	0.0a	-	-	-	-
F61	-	4.0	-	-	-	-	-	20.0b-d	-	-	-	-	-	0.8ab	-	-	-	-
F106	-	-	-	6.0c	-	5.5	-	-	-	10.0a	-	22.5b-d	-	-	-	0.6	-	1.0ab
F107	-	-	4.0	-	-	-	-	-	30.0a-d	-	-	-	-	-	0	-	-	-
F14P1	5.0	4.0	4.0	3.7a	4.0	-	18.0a-d	10.0a	25.0a-c	11.7ab	13.0-ab	-	0.7	11.6gh	0.6	1.6	0.0a	-
F18P4	-	-	4.0	-	5.0	-	-	-	-	-	18.0a-d	-	-	-	0	-	4.8b	-
F110	4.0	-	-	-	-	-	15.0a-c	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-
F73	-	-	5.0	-	5.3	-	-	-	-	-	15.0a-c	-	-	-	3.6	-	1.2a	-
Prom.	4.2	4.4	4.6	4.1	4.8	5.4	21.9	17.2	25.6	13.4	20.6	21.3	0.6	4	0.7	0.8	0.6	1.4

L1=Cumbas Conde; L2=Morochos

(-) Ausencia de genotipo

t de student: ns = no significativo, * = diferencias estadísticas significativas, ** = diferencias estadísticas altamente significativas.

Anexo 7. Análisis de medias, Duncan al 5 %, para rendimiento y vaina/planta en la evaluación de genotipos que conforman las poblaciones de fréjol chakras. Cotacachi, Imbabura. 2012.

Genotipos	Rendimiento (kg/planta)						Vainas/planta (N°)						
	Pob 2009 ^{ns}		Pob 2010**		Pob 2011 ^{ns}		Pob 2009 ^{ns}		Pob 2010**		Pob 2011 ^{ns}		
	Chakras	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
F54P1		34.3a	33.5ab	14.0c	-	44.5a	35.1a	20.5ab	19.0a	12.0b-d	-	22.0b	18.6ab
F20		32.5ab		-	-	-		23.0a		-	-	-	-
F21P2		24.9a-c	20.7a-d	29.0a-c	10.3c-e	21.9c-e	9.0cd	17.3a-c	13.0a-c	17.0a-d	6.4c-f	12.0b-e	7.0cd
F110		22.0a-c		-	-	-	-	9.0cd	-	-	-	-	-
F42		21.3a-c	-	-	-	-	-	10.7b-d	-	-	-	-	-
F14P1		20.8a-c	6.0cd	24.0a-c	7.5c-e	22.0c-e	-	10.0b-d	4.0c	10.5cd	4.0ef	8.0de	-
F13P2		20.7a-c	-	-	13.0c-e	-	9.9cd	11.0b-d	-	-	-	-	5.3d
F21P3		19.3bc	28.0a-c	58.4a	11.1c-e	30.0bc	-	9.8cd	18.0ab	32.4a	7.7b-f	16.0b-d	-
F63P3		19.8bc	11.5b-d	-	48.5a	-	-	8.7cd	7.0bc	-	28.0a	-	-
F22-1		-	11.8b-d	-	18.1b-d	19.2c-f	-	-	10.5a-c	-	10.5b-d	15.0b-d	-
F12P5		-	-	-	4.5e	15.0c-f	29.3ab	-	-	-	5.0ef	16.0b-d	18.0ab
F93		18.5c	4.5d	-	-	-	-	8.0cd	4.0c	-	-	-	-
F17P2		-	-	-	7.5c-e	19.5c-f	12.5b-d	-	-	-	6.0c-f	14.0b-e	10.0b-d
F45P1		-		-		52.5a		-	-	-	-	31.0a	
F17P1		-	-	-	-	-	30.0ab	-	-	-	-	-	20.0a
F94		-	16.7b-d	31.4a-c	-	-	19.0a-d	-	8.3a-c	16.6a-d	-	-	6.0d
F63P2		15.5cd	6.8cd	51.8a	7.3d-e	-	26.5a-c	8.0cd	7.0bc	27.5a-c	4.5ef	-	18.0ab
F95		-	22.0a-d		9.0c-e		8.0d	-	11.0a-c	-	5.5d-f	-	4.0d
F84P2		-	-	12.0c	-	-	-	-	-	5.0d	-	-	-
F33		12.0cd		-	-	5.5f	-	7.0cd	-	-	-	6.0de	-
F79P1		-	7.5cd		-		-	-	4.0c	-	-	-	-
F25P1		-	-	37.5a-c	-	-	-	-		24.5a-c	-	-	-
F97		-	21.5a-d		-		-	-	15.0a-c	-	-	-	-

Anexo 7. Continuación....

		-		-								
F57P1	-		14.0c	-	13.5d-f	-	-	-	10.0cd	-	7.0de	-
F57P2	-	-	-	-	27.8b-d	-	-	-	-	-	14.0b-e	-
F32P1	-	-	49.4ab	-	-	18.5a-d	-	-	35.0a	-	-	11.8a-d
F60P1		-		-		19.0a-d	-	-	-	-	-	10.3b-d
F72P2	-	-	-	-	-	24.3a-d	-	-	-	-	-	16.5a-c
F29P3	-		-	-	39.3ab		-	-	-	-	19.0bc	
F98	-	-	14.0c	-	21.0c-e	20.6a-d	-	-	10.0cd	8.0b-f	12.0b-e	16.5a-c
F100		14.5b-d		18.8bc	-	19.2a-d	-	10.5a-c	-	12.4b	-	16.0a-c
F26P5	-	33.5ab	40.5a-c	-	-	-	-	18.3ab	18.0a-d	-	-	-
F16P2		12.5b-d		-	-	-	-	6.0c	-	-	-	-
F18P1		8.5cd		-	-	-	-	4.0c	-	-	-	-
F102	-		32.8a-c		-	-	-	-	30.0ab	-	-	-
F30P1		39.0a		-	-	-	-	15.0a-c	-	-	-	-
F103	-	18.0a-d	-	-	-	19.5a-d	-	8.0a-c	-	-	-	10.7a-d
F45P2	-	-	32.8a-c	-	8.5ef	-	-	-	18.5a-d	9.0b-e	5.0e	-
F104		-	-	28.0b	-	-	-	-	-	11.0b	-	-
F55P3		6.0cd	-	-	-	-	-	5.0c	-	-	-	-
F61		12.5b-d	-	18.5b-d	-	-	-	10.0a-c	-	-	-	-
F106	-	-	-	3.0e	-	24.1a-d	-	-	-	3.0f	-	15.8a-c
F107	-		56.0a	-	-	-	-	-	29.0a-c	-	-	-
F14P1	-		15.5bc	-	29.3bc	-	-	-	11.0b-d	-	12.0c-e	-
F91	5.3d	19.9a-d	-	5.5e	17.8c-f	-	3.0d	8.0a-c	-	3.0f	13.0b-e	-
F73	-		37.5a-c	-	19.1c-f	-	-	-	17.0a-d	-	10.0c-e	-
Prom.	20.5	16.9	32.4	14	23.9	20.3	11.2	9.8	19.1	7.8	13.6	12.7

L1= Cumbas Conde; L2= Morochos

(-) Ausencia de genotipo

g/p= gramos/planta

Nº= Número

t de student: ns = no significativo, * = diferencias estadísticas significativas, ** = diferencias estadísticas altamente significativas.

Anexo 8. Análisis de medias, Duncan al 5 %, para granos por vaina y peso de 100 semillas en la evaluación de genotipos que conforman las poblaciones de fréjol chakras. Cotacachi, Imbabura. 2012.

Genotipos Chakras	Grano/Vaina (N°)						Peso 100 semillas (g)					
	Pob 2009 ^{ns}		Pob 2010 ^{ns}		Pob 2011 ^{ns}		Pob 2009**		Pob 2010**		Pob 2011 ^{ns}	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
F54P1	4.5bc	5.0ab	4	-	5	4.6a-d	38.7ef	36.4f-i	30.4f	-	40.4b-d	39.9b-f
F20	3.0d	-	-	-	-	-	61.6b	-	-	-	-	-
F21P2	4.3cd	3.7cd	4.1	4.6ab	4.3	4.0cd	44.5de	39.1d-h	41.3b-f	34.6ef	39.2cd	32.1g
F110	6.0a	-	-	-	-	-	44.0de	-	-	-	-	-
F42	3.7cd	-	-	-	-	-	42.8d-f	-	-	-	-	-
F14P1	3.5cd	4.0a-d	5	3.7ab	4.5	-	61.4b	40.0d-h	50.4a-d	55.3ab	62.4a	-
F13P2	5.7ab	-	-	4.5ab	-	3.5d	33.6f	-	-	35.6ef	-	38.3d-g
F21P3	3.9cd	3.5cd	4.2	4.6ab	4	-	49.5cd	52.5bc	46.7a-e	38.2d-f	46.1bc	-
F63P3	3.7cd	3.0d	-	3.0b	-	-	74.6a	47.9cd	-	52.1ab	-	-
F22P1	-	3.5cd	-	5.2a	4.1	-	-	28.8i	-	38.1d-f	33.4de	-
F12P5	-	-	-	3.0b	3	4.8a-c	-	-	-	30.0ef	27.8e	32.8fg
F93	4.0cd	4.0a-d	-	-	-	-	59.7b	32.1g-i	-	-	-	-
F17P2	-	-	-	3.0b	4.5	4.0cd	-	-	-	39.5c-e	37.7c-e	36.1e-g
F45P1	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	42.0b-d	-
F17P1	-	-	-	-	-	4.0cd	-	-	-	-	-	34.9e-g
F94	-	4.3a-d	4	-	-	4.0cd	-	42.8c-f	46.5a-e	-	-	73.1 ^a
F63P2	4.0cd	3.3cd	4.5	3.0b	-	4.0cd	48.4c-e	30.6hi	54.3ab	62.7a	-	45.7bc
F95	-	5.0ab	-	4.5ab	-	5.0a-c	-	40.7d-g	-	49.1b-d	-	42.1b-e
F84P2	-	-	5	-	-	-	-	-	48.0a-e	-	-	-
F33	4.0cd	-	-	-	3	-	46.2c-e	-	-	-	27.5e	-
F79P1	-	3.0d	-	-	-	-	-	58.2ab	-	-	-	-
F25P1	-	-	3.5	-	-	-	-	-	58.9a	-	-	-
F97	-	4.0a-d	-	-	-	-	-	38.4d-i	-	-	-	-

Anexo 8. Continuación...

F57P1	-	-	4	-	5	-	-	-	35.0ef	-	40.9b-d	-
F57P2	-	-	-	-	4.3	-	-	-	-	-	46.7bc	-
F32P1	-	-	4	-	-	4.3b-d	-	-	36.4d-e	-	-	43.9b-d
F60P1	-	-	-	-	-	4.0cd	-	-	-	-	-	46.7b
F72P2	-	-	-	-	-	5.0a-c	-	-	-	-	-	37.1d-g
F29P3	-	-	-	-	4.5	-	-	-	-	-	48.5bc	-
F38P1	-	-	4	3.0b	4	4.5a-d	-	-	37.8c-f	50.0bc	41.4b-d	33.5f-g
F100	-	4.0a-d	-	4.3ab	-	4.0cd	-	37.7e-i	-	37.3ef	-	38.9c-g
F26P5	-	4.7a-c	5	-	-	-	-	47.1c-e	48.7a-e	-	-	-
F16P2	-	5.0ab	-	-	-	-	-	46.4c-f	-	-	-	-
F18P1	-	5.0ab	-	-	-	-	-	40.5d-h	-	-	-	-
F102	-	-	4	-	-	-	-	-	52.1a-c	-	-	-
F30P1	-	5.0ab	-	-	-	-	-	47.6c-e	-	-	-	-
F103	-	4.0a-d	-	-	-	5.3ab	-	62.1a	-	-	-	37.9d-g
F45P2	-	-	4	5.0a	5	-	-	-	42.3b-f	40.2c-e	34.0de	-
F104	-	-	-	5.0a	-	-	-	-	-	51.9ab	-	-
F55P3	-	3.0d	-	-	-	-	-	46.1c-f	-	-	-	-
F61	-	4.0a-d	-	-	-	-	-	29.1i	-	-	-	-
F106	-	-	-	4.0ab	-	5.5a	-	-	-	27.3f	-	32.4fg
F107	-	-	5	-	-	-	-	-	39.2b-f	-	-	-
F14P1	-	-	3	-	4	-	-	-	44.3a-f	-	50.3b	-
F91	3.0d	5.3a	-	3.0b	3.5	-	55.0bc	45.5c-f	-	61.1a	40.7b-d	-
F73	-	-	5	-	4.8	-	-	-	48.1a-e	-	43.0b-d	-
Prom.	4.1	4.1	4.3	4.2	4.2	4.4	50.8	42.4	44.7	43.9	41.9	40.3

L1=Cumbas Conde; L2=Morochos

(-) Ausencia de genotipo

N°= Número

g= gramos

t de student: ns = no significativo, * = diferencias estadísticas significativas, ** = diferencias estadísticas altamente significativas.

Anexo 9. Análisis de medias, Duncan al 5 %, para días inicio de la floración, vaina y madurez fisiológica en la evaluación de genotipos que conforman las poblaciones de fréjol chakras. Cotacachi, Imbabura. 2012.

Genotipos	Días a la floración						Días a la vaina						Días a la madurez					
	Pob 2009**		Pob 2010**		Pob 2011**		Pob 2009**		Pob 2010**		Pob 2011**		Pob 2009 ^{ns}		Pob 2010 ^{ns}		Pob 2011**	
Chakras	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
F21P2	119	125.8	136	124.2	126	113	133	139.8	151.4	138.2	140.3	127	199.5	214.1	204	214	206	214
F14P1	126	127	126	122.3	126	-	140	141	140	136.3	140	-	210	214	210	218.7	210	-
F110	126	-	-	-	-	-	140	-	-	-	-	-	210	-	-	-	-	-
F63P3	126	127	-	127	-	-	140	141	-	141	-	-	207.7	214	-	214	-	-
F33	126	-	-	-	126	-	140	-	-	-	140	-	210	-	-	-	210	-
F93	126	127	-	-	-	-	140	141	-	-	-	-	196	214	-	-	-	-
F20	126	-	-	-	-	-	140	-	-	-	-	-	210	-	-	-	-	-
F91	133	123	-	113	126	-	148	136.3	-	127	140	-	203	214	-	211	210	-
F13P2	126	-	-	120	-	123.4	140	-	-	134	-	137.5	210	-	-	219.5	-	214
F54P1	126	127	140	-	126	121.4	140	141	156	-	140	135.4	210	215	210	-	210	219.6
F42	126	-	-	-	-	-	140	-	-	-	-	-	210	-	-	-	-	-
F22P1	-	121	-	117.7	123.7	-	-	134	-	131.7	138.3	-	-	214	-	215.3	206.5	-
F12P5	-	-	-	113	126	123.5	-	-	-	127	140	137.5	-	-	-	214	210	214.3
F17P2	-	-	-	113	119	127	-	-	-	127	133	141	-	-	-	214	203	214
F45P1	-	-	-	-	119	-	-	-	-	-	126	-	-	-	-	-	196	-
F17P1	-	-	-	-	-	127	-	-	-	-	-	141	-	-	-	-	-	228
F94	-	115	126	-	-	113	-	126.7	140.4	-	-	127	-	214.3	204.4	-	-	214
F21P3	128.6	127	133	121	126	-	142.9	141.5	150	135	145.3	-	207.5	214.5	294.8	212	205.3	-
F95	-	127	-	113	-	127	-	141	-	127	-	141	-	214	-	214.5	-	214
F84P2	-	-	126	-	-	-	-	-	140	-	-	-	-	-	210	-	-	-
F79P1	-	127	-	-	-	-	-	141	-	-	-	-	-	200	-	-	-	-
F25P1	-	-	126	-	-	-	-	-	140	-	-	-	-	-	210	-	-	-
F97	-	115	-	-	-	-	-	127	-	-	-	-	-	214	-	-	-	-

Anexo 9. Continuación...

																		-
F57P1	-	-	126	-	126	-	-	140	140	-	-	210	-	210	-	210	-	-
F57P2	-	-	-	-	126	-	-	-	140	-	-	-	-	210	-	210	-	-
F32P1	-	-	140	-	-	123.5	-	-	156	-	-	137.5	-	-	210	-	-	217.5
F60P1	-	-	-	-	-	127	-	-	-	-	-	141	-	-	-	-	-	214
F72P2	-	-	-	-	-	113	-	-	-	-	-	127	-	-	-	-	-	214
F29P3	-	-	-	-	126	-	-	-	140	-	-	-	-	-	-	-	210	-
F63P2	140	119	126	127	-	127	156	131.3	140	141	-	141	210	209.3	203	221	-	228
F38P1	-	-	140	127	121.3	120	-	-	156	141	135.3	134	-	-	210	214	200.7	214
F100	-	121	-	123	-	122.3	-	134	-	137	-	136.3	-	214	-	220	-	223.3
F26P5	-	119	140	-	-	-	-	131.7	156	-	-	-	-	209.3	210	-	-	-
F16P2	-	127	-	-	-	-	-	141	-	-	-	-	-	214	-	-	-	-
F18P1	-	115	-	-	-	-	-	127	-	-	-	-	-	214	-	-	-	-
F102	-	-	126	-	-	-	-	140	-	-	-	-	-	-	210	-	-	-
F30P1	-	115	-	-	-	-	-	126	-	-	-	-	-	215	-	-	-	-
F103	-	115	-	-	-	122.3	-	126	-	-	-	122.3	-	215	-	-	-	214
F45P2	-	-	140	113	126	-	-	-	156	127	140	-	-	-	210	214	210	-
F104	-	-	-	113	-	-	-	-	-	127	-	-	-	-	-	214	-	-
F55P3	-	127	-	-	-	-	-	141	-	-	-	-	-	214	-	-	-	-
F61	-	115	-	-	-	-	-	127	-	-	-	-	-	200	-	-	-	-
F106	-	-	-	113	-	127	-	-	-	127	-	141	-	-	-	214	-	217.5
F107	-	-	126	-	-	-	-	-	140	-	-	-	-	-	210	-	-	-
F18P4	-	-	140	-	119	-	-	-	156	-	133	-	-	-	210	-	210	-
F73	-	-	140	-	122.5	-	-	-	156	-	136.5	-	-	-	210	-	210	-
Prom.	127.3	121.1	132.8	118.7	124.2	122.3	141.5	135.1	147.8	132.8	138.1	135.5	207.2	212.4	213.9	215.3	207.5	217.1

L1=Cumbas Conde; L2=Morochos

(-) Ausencia de genotipo

t de student: ns = no significativo, * = diferencias estadísticas significativas, ** = diferencias estadísticas altamente significativas.

Anexo 10. Caracterización por forma, color y nombres que le dan los agricultores a los genotipos de Cotacachi. Cotacachi, Imbabura. 2012.

CÓDIGOS 2010	FORMA ¹	COLORES ¹	NOMBRES DADOS POR LOS AGRICULTORES ²
GENOTIPOS COTACACHI			
ALLPAS			
F1P1	Cuboide	Crema/Negro; Negro/Crema	Matambre
F113	Ariñonada	Crema/Morado; Morado/Crema	Matambre
F85	Ovalada	Crema/Morado; Morado/Crema	Matambre
F9P3	Cuboide	Crema/Morado; Morado/Crema	Matambre
F3P1	Cuboide	Morado oscuro, Morado claro/Crema	Suku poroto
F386	Ariñonada	Morado oscuro, Morado claro/Crema	Suku poroto
F10P3	Cuboide	Crema	Allpa poroto
F10P4	Ovalada	Crema	Allpa poroto
F15P1	Cuboide	Café claro/Negro	Matambre
F43P1	Cuboide	Amarillo claro	Killu poroto
F8	Cuboide	Crema, Morado oscuro	Allpa poroto
F87	Cuboide	Rojo/Crema	Ishtaka poroto
F70P2	Cuboide	Morado	Puka poroto
F12P2	Ovalada	Morado	Puka poroto
F5P1	Cuboide	Jaspeado morado/Crema,Negro	Matambre
F89	Redonda	Crema/Verde oscuro	Matambre
F154P4	Cuboide	Jaspeado morado	Matambre
F90	Cuboide	Negro/Morado,Crema	Matambre
F15P3	Cuboide	Café claro, Jaspeado negro/ Negro	Matambre
F9P2	Cuboide	Negro	Yana poroto
F2P1	Cuboide	Concho de vino, crema	Matambre
F19	Cuboide	Concho de vino, crema/Negro	Cargadillo
F114	Ovalada	Blanco/Concho de vino	Allpa poroto
F69	Cuboide	Crema/Verde oscuro	Allpa poroto
CHAKRAS			
F20	Ovalada	Café claro	Allpa poroto
F91	Cuboide	Crema/Negro	Manteca rayado
F13P2	Ovalada	Crema, Negro	Chakra poroto
F22P1	Cuboide	Crema, Negro	Chakra poroto
F92	Cuboide	Crema, Morado/Jaspeado morado	Chakra poroto
F12P5	Cuboide	Crema/Morado	Chakra poroto
F93	Ovalada	Crema/Morado	Chakra poroto

Anexo10.Continuación...

F17P2	Cuboide	Café claro/Negro; Negro/Café claro	Killu rayado
F17P1	Cuboide	Crema/Concho de vino	Chakra poroto
F77P1	Ovalada	Crema/Concho de vino	Chakra poroto
F94	Cuboide	Café claro/Concho de vino	Chakra poroto
F46P2	Ovalada	Café claro/Concho de vino	Chakra poroto
F21P2	Cuboide	Crema	Manteca poroto
F21P3	Ovalada	Crema	Molón
F95	Redonda	Crema	Molón
F58P1	Ovalada	Café claro, Jaspeado negra/Negro	Chakra poroto
F6P1	Cuboide	Café claro, Jaspeado negra/Negro	Chakra poroto
F62P1	Cuboide	Rojo, Rosado/Crema	Chakra poroto
F84P2	Cuboide	Blanco, Rojo	Puka lichi vaca
F33	Ovalada	Blanco/Crema ,morado	Yura pintado
F79P1	Ovalada	Crema, Blanco/Morado	Killu vaca
F25P1	Ovalada	Blanco/Café oscuro	Torito poroto
F57P2	Cuboide	Café claro, Jaspeado negro/Negro	Conejo poroto
F54P1	Cuboide	Crema, Jaspeado morado/Morado	Chakra poroto
F99	Ovalada	Crema, Morado claro/Morado	Chakra poroto
F42	Cuboide	Blanco, Negro	Lichi vaca
F60P1	Cuboide	Morado oscuro, Morado claro/Blanco	Muru siki
F72P2	Redondo	Verde oscuro/Verde claro	Caca conejo
F29F3	Cuboide	Morado claro, Morado oscuro/Morado oscuro	Chakra poroto
F63P2	Cuboide	Rojo	Lakri poroto
F63P3	Ovalada	Rojo	Lakri poroto
F38P1	Cuboide	Negro	Yana poroto
F71P2	Ovalada	Morado	Puka poroto
F100	Cuboide	Morado	Puka poroto
F59P1	Ovalada	Crema, Jaspeado morado claro	Chakra poroto
F16P2	Ovalada	Crema, Morado	Capulis poroto
F16P3	Ovalada	Crema, Rojo	Toa poroto
F18P1	Cuboide	Crema, Jaspeado Rojo	Matrimonio poroto
F102	Cuboide	Crema/Café	Chakra poroto
F30P1	Cuboide	Crema, Morado/Jaspeado morado	Chakra poroto
F27P1	Cuboide	Morado, Crema	Chakra poroto
F103	Redonda	Café claro	Killu poroto
F45P2	Cuboide	Café claro	Killu poroto
F104	Ovalada	Crema/Verde	Chakra poroto
F55P3	Cuboide	Café claro, Jaspeado negro/Negro	Chakra poroto
F61	Cuboide	Crema/Jaspeado morado	Chakra poroto

Anexo 10. Continuación...

F106	Cuboide	Rosado/Morado oscuro	Chakra poroto
F107	Ovalada	Rosado/Morado oscuro	Chakra poroto
F64	Cuboide	Crema/Café	Chakra poroto
F14P1	Ovalada	Amarillo verdoso	Canario poroto
F18P4	Cuboide	Amarillo verdoso	Canario poroto
F56P1	Ovalada	Crema, Jaspeado morado oscuro	Chakra poroto
F53P2	Cuboide	Crema, Jaspeado morado oscuro	Chakra poroto
F110	Cuboide	Morado/Jaspeado crema	Chakra poroto
F73	Ovalada	Rosado, Morado oscuro	Chakra poroto

XI. APÉNDICE



Siembra



Poblaciones de Allpas + Chakras



Floración



Llenado de vainas



Síntomas de Roya



Síntomas de Mancha anillada



Síntomas de Mancha angular



Síntomas de Antracnosis en hoja



Antracnosis en la vaina



Mancha anillada en la vaina



Genotipos allpas



Genotipos chakras

